

**BÁRBARA GUERREIRA ALPANDE FERREIRA**

**PROPAGAÇÃO DE *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax POR ESTAQUIA,  
MINIESTAQUIA E SEMENTES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Katia Christina Zuffellato-Ribas

Co-orientadores: Prof. Dr. Henrique Soares Koehler  
Prof. Dr. Antonio Carlos Nogueira  
Dr. Ivar Wendling

CURITIBA

2008

## **DEDICO**

Aos meus pais Regina e Márcio, que  
sempre apoiaram meus sonhos;

Ao meu amado parceiro e amigo José  
Maria Jr., pelo amor e apoio incondicional.

## AGRADECIMENTOS

À minha orientadora e amiga Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Katia Christina Zuffellato-Ribas, pela amizade e atenção constantes, e que foi responsável pelo meu ingresso na ciência e que sempre me conduziu por esse caminho com firmeza e carinho;

Aos meus co-orientadores Prof. Dr. Henrique Soares Koehler, Prof. Dr. Antonio Carlos Nogueira e Dr. Ivar Wendling, pelo auxílio e acompanhamento durante a realização deste trabalho;

À colega do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo Lucimara Antunes, que sempre estava pronta para resolver os problemas acadêmicos com rapidez e simpatia;

Aos amigos da *Embrapa Florestas* Vero, Joel e Alemão pela ajuda tão valiosa nas coletas e instalações dos experimentos;

A todas as Zuffelletes que, durante a jornada do Mestrado, ajudaram de alguma forma a enriquecer minha dissertação, em especial minha grande amiga e companheira Juliany de Bitencourt, que não media esforços para me ajudar, apesar dos contratempos alérgicos sempre presente nas instalações dos experimentos;

À Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS), em especial ao Ricardo Miranda, pela doação das mudas utilizadas nos experimentos;

Ao senhor Satoro Singo, pela disponibilidade de utilização de sua chácara para a coleta de material utilizado nos experimentos;

À CAPES, SPVS e *Embrapa Florestas* pelo apoio financeiro e logístico concedido a esta pesquisa;

Ao meu amor José Maria Jr., que sempre esteve ao meu lado me encorajando e incentivando nas horas difíceis, além de estar disposto em ajudar sempre que precisei, e não foram poucas as vezes.

“Que a inspiração chegue não depende de mim. A única coisa que posso fazer é garantir que ela me encontre trabalhando.”

Pablo Picasso

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>LISTA DE ANEXOS.....</b>	<b>xii</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xiv</b>
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Características botânicas, ecológicas e bioquímicas.....	3
2.2 Importância da espécie.....	6
2.3 Tecnologia de sementes.....	8
2.4 Propagação assexuada ou vegetativa.....	11
2.4.1 Estaquia.....	13
2.4.2 Fatores internos relacionados ao enraizamento de estacas.....	14
2.4.3 Reguladores vegetais.....	16
2.4.4 Fatores externos relacionados ao enraizamento de estacas.....	20
2.4.5 Juvenilidade e rejuvenescimento de propágulos vegetativos.....	22
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>23</b>
<b>3 CAPÍTULO I: ÁCIDO INDOL BUTÍRICO E ÁCIDO NAFTALENO ACÉTICO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE BROTAÇÃO DE COPA DE <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax</b>	
RESUMO.....	32
ABSTRACT.....	33
3.1 INTRODUÇÃO.....	34
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	37
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
3.3.1 Porcentagem de enraizamento e de estacas com calos.....	40
3.3.2 Número e comprimento das raízes formadas.....	44
3.3.3 Porcentagem de estacas vivas e mortas.....	47
3.4 CONCLUSÕES.....	53
REFERÊNCIAS.....	54
<b>4 CAPÍTULO II: ÁCIDO INDOL BUTÍRICO E ÁCIDO NAFTALENO ACÉTICO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE BROTAÇÃO PROVENIENTE DA PODA DE <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax</b>	
RESUMO.....	57

ABSTRACT.....	58
4.1 INTRODUÇÃO.....	59
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	61
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
4.3.1 Porcentagem de enraizamento e de estacas com calos.....	65
4.3.2 Número e comprimento das raízes formadas.....	70
4.3.3 Porcentagem de estacas vivas e mortas.....	73
4.4 CONCLUSÕES.....	78
REFERÊNCIAS.....	79
<b>5 CAPÍTULO III: MINIESTAQUIA DE <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax COM O USO DE ÁCIDO INDOL BUTÍRICO E ÁCIDO NAFTALENO ACÉTICO</b>	
RESUMO.....	81
ABSTRACT.....	82
5.1 INTRODUÇÃO.....	83
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	85
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	88
5.3.1 Produtividade de brotações.....	88
5.3.2 Enraizamento de Miniestacas.....	89
5.3.2.1 Porcentagem de enraizamento e de miniestacas com calos.....	90
5.3.2.2 Número e comprimento das raízes formadas.....	95
5.3.2.3 Porcentagem de miniestacas vivas e mortas.....	100
5.4 CONCLUSÕES.....	105
REFERÊNCIAS.....	106
<b>6 CAPÍTULO IV: ANÁLISE DE SEMENTES DE <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax</b>	
RESUMO.....	108
ABSTRACT.....	109
6.1 INTRODUÇÃO.....	110
6.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	112
6.2.1 Análise de pureza.....	112
6.2.2 Determinação do peso de 1000 e número de sementes por kg.....	113
6.2.3 Grau de umidade e biomassa seca.....	113
6.2.4 Testes exploratórios de germinação e quebra de dormência.....	114
6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	116
6.3.1 Caracterização do lote de sementes de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax...	116

6.3.2	Testes exploratórios de germinação e quebra de dormência.....	116
6.4	CONCLUSÕES.....	119
	REFERÊNCIAS.....	120
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>122</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>125</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>126</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Análise de variância (teste F) das porcentagens de enraizamento de estacas provenientes de brotação de copa de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).....	40
Tabela 2	Médias das porcentagens de estacas enraizadas de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, para os reguladores vegetais IBA e NAA, provenientes de brotação de copa coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).....	41
Tabela 3	Análise de variância (teste F) do número de raízes e comprimento médio das três maiores raízes por estaca (cm) provenientes de brotação de copa de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).....	45
Tabela 4	Médias do número de raízes por estacas de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, para os reguladores vegetais IBA e NAA, provenientes de brotação de copa coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).....	45
Tabela 5	Médias do comprimento médio das três maiores raízes formadas por estaca (cm) de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, para os reguladores vegetais IBA e NAA, provenientes de brotação de copa coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).....	47
Tabela 6	Análise de variância (teste F) para porcentagens de estacas vivas e mortas provenientes de brotação de copa de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).....	48
Tabela 7	Médias das porcentagens de estacas vivas de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, para as concentrações de 0, 2000, 4000, 6000 e 8000 mgL <sup>-1</sup> , provenientes de brotação de copa coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).....	49
Tabela 8	Médias das porcentagens de estacas mortas de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, para as concentrações de 0, 2000, 4000, 6000 e 8000 mgL <sup>-1</sup> , provenientes de brotação de copa coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).....	51
Tabela 9	Análise de variância (teste F) para porcentagens de enraizamento e de estacas com calos de brotação proveniente da poda de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).....	66
Tabela 10	Médias das porcentagens de estacas enraizadas de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, para os reguladores vegetais IBA e NAA, de brotação proveniente da poda coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).....	67



Tabela 11	Médias das porcentagens de estacas com calos de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, para os reguladores vegetais IBA e NAA, de brotação proveniente da poda coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).....	69
Tabela 12	Análise de variância (teste F) para número de raízes e comprimento médio das três maiores raízes formadas por estaca (cm) de brotação proveniente da poda de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).....	70
Tabela 13	Médias do número de raízes formadas por estaca de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, para os reguladores vegetais IBA e NAA, de brotação proveniente da poda coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).....	71
Tabela 14	Médias do comprimento médio das três maiores raízes formadas por estaca (cm) de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, para os reguladores vegetais IBA e NAA, de brotação proveniente da poda coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).....	72
Tabela 15	Análise de variância (teste F) para porcentagem de estacas vivas e para estacas mortas de brotação proveniente da poda de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).....	74
Tabela 16	Médias das porcentagens de estacas vivas de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, para os reguladores vegetais IBA e NAA, de brotação proveniente da poda coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).....	74
Tabela 17	Médias das porcentagens de estacas mortas de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, para os reguladores vegetais IBA e NAA, de brotação proveniente da poda coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).....	76
Tabela 18	Produtividade de brotações de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax por minicepa, em cada coleta, durante as quatro estações do ano (inverno, primavera, verão de 2006 e outono 2007).....	88
Tabela 19	Análise de variância (teste F) das porcentagens de miniestacas enraizadas e com calos provenientes de minicepas de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, coletadas nas quatro estações do ano (inverno, primavera, verão de 2006 e outono 2007).....	90
Tabela 20	Médias das porcentagens de miniestacas enraizadas de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, para as concentrações de 0, 2000, 4000, 6000 e 8000 mgL <sup>-1</sup> , provenientes de minicepas coletadas nas quatro estações do ano (inverno, primavera, verão de 2006 e outono 2007).....	92

Tabela 21	Médias das porcentagens de miniestacas com calos de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, para os reguladores vegetais IBA e NAA, provenientes de minicepas coletadas nas quatro estações do ano (inverno, primavera, verão de 2006 e outono 2007).....	94
Tabela 22	Análise de variância (teste F) para número de raízes e comprimento médio das três maiores raízes formadas por miniestaca (cm) provenientes de minicepas de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, coletadas nas quatro estações do ano (inverno, primavera, verão de 2006 e outono 2007).....	96
Tabela 23	Médias do número de raízes formadas por miniestaca de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, para as estações do ano primavera, verão, outono e inverno, provenientes de minicepas coletadas nas quatro estações do ano (inverno, primavera, verão de 2006 e outono 2007)..	97
Tabela 24	Médias do número de raízes formadas por miniestaca de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, para as concentrações de 0, 2000, 4000, 6000 e 8000 mgL <sup>-1</sup> , provenientes de minicepas coletadas nas quatro estações do ano (inverno, primavera, verão de 2006 e outono 2007).....	98
Tabela 25	Médias do número de raízes formadas por miniestaca de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, para os reguladores vegetais IBA e NAA, provenientes de brotações rejuvenescidas coletadas nas quatro estações do ano (inverno, primavera, verão de 2006 e outono 2007).....	99
Tabela 26	Médias do comprimento médio das três maiores raízes por miniestaca (cm) de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, para os reguladores vegetais IBA e NAA, provenientes de minicepas coletadas nas quatro estações do ano (inverno, primavera, verão de 2006 e outono 2007).....	100
Tabela 27	Análise de variância (teste F) das porcentagens de miniestacas vivas e mortas provenientes de minicepas de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, coletadas nas quatro estações do ano (inverno, primavera, verão de 2006 e outono 2007).....	101
Tabela 28	Médias das porcentagens de miniestacas vivas de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, para os reguladores vegetais IBA e NAA, provenientes de minicepas coletadas nas quatro estações do ano (inverno, primavera, verão de 2006 e outono 2007).....	102
Tabela 29	Médias das porcentagens de miniestacas mortas de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, para as concentrações de 0, 2000, 4000, 6000 e 8000 mgL <sup>-1</sup> , provenientes de minicepas coletadas nas quatro estações do ano (inverno, primavera, verão de 2006 e outono 2007).....	103
Tabela 30	Porcentagem de sementes intactas e com presença de fungos de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax sob temperatura constante de 25° C.....	117

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Média geral da porcentagem de estacas enraizadas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, provenientes de brotação de copa (adultas), poda e mudas (miniéstacas) nas quatro estações do ano..... 122
- Figura 2 Média da porcentagem de estacas mortas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, provenientes de brotação de copa (adultas), poda e mudas (miniéstacas) nas quatro estações do ano..... 123

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax, Morretes – PR, 2005: (A) Planta matriz adulta; (B) Inflorescência; (C) Frutos; (D) Poda para indução de brotação; (E) brotação proveniente da poda.....	127
Anexo 2	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax: (A) Coleta de material vegetativo; (B) Tratamento das estacas com reguladores vegetais; (C) Casa-de-vegetação; (D) Aplicação de tinta látex com fungicida.....	128
Anexo 3	Minicepas de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax: (A) Mudas provenientes de sementes para a condução como minicepas; (B) Transplântio para recipientes maiores; (C) Poda do meristema apical para a indução de brotações; (D) Minicepa com brotações.....	129
Anexo 4	Minietaquia de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax: (A) Minicepas; (B) Coleta das brotações; (C) Miniestaca; (D) Plantio.....	130
Anexo 5	Estacas e miniestacas enraizadas de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax: (A) Estaca enraizada de brotação de copa (primavera/2006); (B) Estaca enraizada de brotação proveniente da poda (inverno/2006); (C) Miniestaca enraizada (inverno/2006); (D) Detalhe Miniestacas enraizada.....	131
Anexo 6	Experimentos com sementes de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax: (A) Sementes separadas por repetição; (B) Tratamento para a quebra de dormência; (C) Pesagem de vermiculita utilizada como substrato; (D) Sementes acomodadas em gerbox; (E) Germinador.....	132
Anexo 7	Testes exploratórios de germinação de sementes de <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax após 90 dias da instalação: (A) Testemunha; (B) Hipoclorito/5min; (C) Hipoclorito/10min; (D) Ácido Sulfúrico/5min; (E) Ácido Sulfúrico/10min; (F) Hipoclorito/5 min + Ácido sulfúrico/5 min.....	133
Anexo 8	Precipitação mensal, temperaturas médias, média das mínimas e média das máximas no período de abril de 2006 a fevereiro de 2007, registradas pela estação meteorológica de Antonina e fornecidas pelo SIMEPAR, 2007.....	134
Anexo 9	Precipitações e temperaturas médias mensais no período de abril de 2006 a fevereiro de 2007, registradas pela estação meteorológica de Antonina e fornecidas pelo SIMEPAR, 2007.....	135

## RESUMO

*Sapium glandulatum* (Vell.) Pax (Euphorbiaceae), conhecida vulgarmente como leiteiro, está distribuída geograficamente nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, sendo uma das espécies nativas potencialmente recomendadas para recuperação de áreas degradadas, devido principalmente ao seu caráter pioneiro que propicia uma cobertura inicial do solo, facilitando assim a entrada de outras espécies. Devido a pouca informação sobre a propagação da espécie, tanto sexuada como vegetativa, a presente dissertação teve como objetivo verificar a resposta de enraizamento de estacas de brotação de copa provenientes de plantas matrizes adultas com cerca de 10 anos, de brotação proveniente da poda e de miniestacas de mudas, coletadas em diferentes épocas, além de testar a viabilidade da propagação sexuada da espécie. Os experimentos foram instalados em viveiro em Colombo – PR, onde as estacas e miniestacas foram submetidas a tratamentos com uso de soluções dos reguladores vegetais ácido indol butírico e ácido naftaleno acético (0, 2000, 4000, 6000 e 8000 mgL<sup>-1</sup>). Foram avaliados o percentual de estacas enraizadas, número e comprimento das raízes formadas, percentual de estacas com calos, sobrevivência e mortalidade, num delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com arranjo fatorial 2x5x4 (tipos de reguladores vegetais x concentrações dos reguladores vegetais x estações do ano) dos tratamentos. Para testar a viabilidade da propagação sexuada, foram realizados experimentos visando determinar a pureza, peso de 1000 sementes, número de sementes por kg, grau de umidade e biomassa seca; além da instalação de testes exploratórios de germinação e quebra de dormência. A resposta de enraizamento para estacas provenientes de brotação de copa foi baixa, apresentando somente 8,33% de estacas enraizadas, já para estacas provenientes de brotação proveniente da poda, ocorreu uma maior porcentagem de enraizamento 23,34%, enquanto a maior porcentagem de enraizamento foi obtida por meio de miniestaquia, com 85,71% de estacas enraizadas, dispensando a aplicação de reguladores vegetais. Para estacas provenientes de brotação de copa e de brotação proveniente da poda o tipo de regulador vegetal não influenciou a resposta de enraizamento, somente para miniestacas houve diferença entre os reguladores, onde o IBA apresentou os maiores resultados de enraizamento. Deste modo, conclui-se que o uso de propágulos juvenis apresentou condições favoráveis à indução radicial adventícia, sendo a miniestaquia, a partir de material de origem seminal, tecnicamente viável. Os testes de germinação indicaram que as sementes de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax apresentam dormência, e que os tratamentos utilizados não foram eficientes para a sua superação.

**Palavras-chave:** leiteiro, espécie nativa brasileira, estaquia, miniestaquia, reguladores vegetais, germinação.

## ABSTRACT

*Sapium glandulatum* (Vell.) Pax (Euphorbiaceae), known as leiteiro, is found in a range of geographic locations of southern and southeastern Brazil. Due mainly to its pioneer character, is one of the native species potentially recommended for recovery of degraded areas, that propitiates an initial covering of the ground, thus facilitated the entrance of other species. Because there is few information on propagation methods of *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax in sexual and vegetative forms, the present work aimed to verify the possibility of sexual propagation and the rooting of cuttings collected by three different forms: buds of the apex of mature trees (about 10 years), buds after pruning and mini-cuttings of plumule, collected in different seasons. The experiment was conducted in nursery, located in Colombo – PR. The treatment used in cuttings and mini-cuttings were made by indolebutyric acid and naphtalene acetic acid (0, 2000, 4000, 6000 e 8000 mgL<sup>-1</sup>). The percentage of rooted cuttings, amount and root length, percentage of cuttings with callus, survival and mortality rate were evaluated in a experimental random delineation, with factorial range of the treatments: 2x5x4 (kinds of plant growth regulators x concentration of plant growth regulators x seasons). To test the viability of the sexual propagation, experiments had been conducted to determine the pureness, weight of 1000 seeds, number of seeds by Kg, degree of humidity and dry biomass. Germination and dormancy also were tested. The results of rooting were low for cuttings from buds of the apex of mature trees, with a range of rooted cuttings of 8.33%. For the cuttings proceeding from bud after pruning was obtained a better result, with a rooting percentage of 23.34%, while the biggest rooting percentage were obtained by the mini-cutting method, with 85.71% of rooting without plant growth regulators. The kind of vegetal regulator had not influence in the rooting for cuttings from buds of the apex of mature trees and bud after pruning, only for mini-cutting had been observed difference between the regulators, in which the experiment with IBA results the best percentage of rooting. Thus, with the results we can conclude that the use of young propagules showed appropriated conditions for adventitious root induction, and the mini-cutting obtained from seminal origin is technically possible. The germination tests showed that the seeds of *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax have dormancy, and the treatments tested had not efficiency to break it.

**Key-words:** leiteiro, Brazilian native specie, cutting, mini-cutting, plant growth regulators, germination.

## **1 INTRODUÇÃO GERAL**

A degradação ambiental não pode ser discutida sem se considerar sua inserção no contexto do uso e ocupação do solo brasileiro. No Brasil, assim como na maioria dos países, a degradação ambiental sempre foi contínua, sendo fruto da expansão desordenada das fronteiras agrícolas. Esta expansão das fronteiras agrícolas brasileiras tem se caracterizado pela inexistência do planejamento ambiental prévio, que possibilita delimitar áreas que deveriam ser efetivamente ocupadas pela atividade agrícola e áreas que deveriam ser preservadas em função de suas características ambientais ou mesmo legais (RODRIGUES; GANDOLFI, 2000).

Assim, a recuperação de áreas degradadas é uma consequência do uso incorreto da paisagem e fundamentalmente dos solos por todo o país, sendo apenas uma tentativa limitada de remediar um dano que, na maioria das vezes poderia ter sido evitado.

Com isso, vários aspectos devem ser estudados para a formulação e implantação de programas de restauração ambiental, principalmente no que se refere à escolha adequada de espécies. Essa escolha deve levar em consideração a adaptabilidade diferencial das espécies para cada condição ambiental identificada, as quais apresentam particularidades nas diferentes regiões fitogeográficas (RODRIGUES; NAVE, 2000).

A utilização de mudas de espécies nativas tem importância sob vários aspectos econômicos, sociais e ambientais. Os sistemas agroflorestais representam alternativas viáveis para a recuperação de áreas degradadas em pequenas propriedades e para a fixação do pequeno produtor no campo (REIS; HILDEBRAND, 2000), bem como para o enriquecimento de reservas florestais (XAVIER; SANTOS, 2002). Entretanto, com a crescente demanda, a inexistência ou escassez de mudas de espécies nativas dificulta a implantação de programas de recuperação de áreas degradadas (XAVIER; SANTOS, 2002), supridas por iniciativas pontuais de instituições públicas e privadas que desenvolvem projetos de manejo visando a silvicultura para espécies de interesse particular para produção de mudas e estudos sobre plantio, espaçamento, sistemas de condução do fuste, nutrição, além de características da reprodução sexuada e assexuada (ROCHA, 2002).

Devido a pouca informação sobre a propagação da espécie *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax (Euphorbiaceae), tanto sexuada como vegetativa, a presente dissertação teve como objetivo geral verificar a viabilidade de diferentes métodos de propagação da espécie, onde acompanhou-se a resposta de enraizamento em experimentos de estaquia e miniestaquia com uso de ácido indol butírico (IBA) e ácido naftaleno acético (NAA) em fontes distintas de material vegetativo, além de realizar experimentos para testar a viabilidade da propagação da espécie por sementes.

O primeiro capítulo aborda a estaquia semilenhosa de brotações de copa. Foram realizados quatro experimentos de acordo com as diferentes épocas do ano (outono, inverno, primavera de 2006 e verão de 2007) com a utilização de diferentes concentrações dos reguladores vegetais IBA e NAA.

O segundo capítulo descreve a estaquia de brotações provenientes da poda. Foram realizados quatro experimentos de acordo com as diferentes épocas do ano (outono, inverno, primavera de 2006 e verão de 2007) com a utilização de diferentes concentrações dos reguladores vegetais IBA e NAA.

O terceiro capítulo avalia a miniestaquia em relação a produção de brotações e enraizamento a partir de mudas originadas via semente, nas quatro estações do ano (inverno, primavera de 2006 e verão, outono de 2007) com a utilização de diferentes concentrações dos reguladores vegetais IBA e NAA.

O quarto capítulo aborda a análise física e germinação de sementes.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Características botânicas, ecológicas e bioquímicas

A família Euphorbiaceae, a qual pertence a espécie *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, conhecida vulgarmente como leiteiro, possui cerca de 300 gêneros e aproximadamente 6000 espécies distribuídas em todo o mundo, principalmente nas regiões tropicais (SOUZA; LORENZI, 2005). Os maiores centros de dispersão são encontrados nas Américas e na África. No Brasil, ocorrem cerca de 70 gêneros e 1000 espécies, representando uma das principais famílias da flora brasileira, possuindo plantas de hábito bastante variado, existindo ervas, sub-arbustos, árvores e também trepadeiras (JOLY, 1976; SOUZA; LORENZI, 2005).

No reconhecimento prático da família Euphorbiaceae, utilizam-se como referenciais a presença de látex, flores unissexuais e fruto típico geralmente capsular, tricarpelar e trilocular (ALLEM ; IRGANG, 1975).

Espécies pertencentes à família botânica das Euphorbiaceae são ricas em compostos fenólicos, especialmente taninos, os quais são utilizados como medicamentos psicotrópicos e anticancerígenos. A espécie *Sapium sebiferum* (L.) Roxb., nativa da China, é uma das mais importantes do gênero, pois produz grande quantidade de biomassa, óleos e taninos hidrolisáveis. Foram isolados os ácidos clorogênico, chebulágico, gálico e compostos fenólicos dos tecidos desta espécie, os quais são habitualmente utilizados pela indústria farmacêutica. Esta espécie também é empregada como espécie ornamental e no fornecimento de matéria-prima para a produção de sabão e velas (NEERA; ISHIMARU, 1992; CAMERON; GLUMAC; ESHELMAN, 2000).

Em outra espécie do gênero, *Sapium insigne* Benth. nativa da Índia, foi isolado um composto com atividade antiinflamatória derivado do phorbol, além de produzir látex azedo utilizado como cicatrizante (TAYLOR; WILLIAMSON; EVANS, 1983). Na Indonésia, na espécie *Sapium baccatum* Roxb., foi identificado um alcalóide com atividade antinflamatória e analgésica similar ao ácido acetil salicílico, sendo utilizado como remédio para o tratamento de asma brônquica e para aliviar a dor (PANTHONG *et al.*, 1998).

Estudos com *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax revelam a presença de hidrocarbonetos com cadeias de C27 e C29, sendo constatada atividade analgésica e antiinflamatória em extratos aquosos das suas folhas. A espécie apresenta propriedades tóxicas que causam irritação na pele (VELLE; KAPLAN, 2000).

*Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, conhecida popularmente como leiteiro, pau-de-leite ou figueirinha, é característica da Floresta Ombrófila Mista do planalto do sul, estendendo-se desde o sul de Minas Gerais até o Rio Grande do Sul (SANCHOTENE, 1985).

No Estado de Santa Catarina, a espécie é considerada um dos principais elementos da flora fanerogâmica, como componente do estágio primário e avançado de regeneração da restinga arbustiva e estágio médio da regeneração da restinga arbórea (CONAMA, 1999).

Sua altura atinge cerca de 10-18 m e 30-35 cm de DAP (diâmetro a altura do peito). Possui tronco cilíndrico, reto ou um pouco tortuoso e nodoso. A casca externa é cinzenta sendo, às vezes, esbranquiçada, de textura curto-fibrosa. O látex de coloração branca é abundante. A madeira é branca, podendo ser levemente amarelada, macia ao corte (SMITH *et al.*, 1988).

*Sapium glandulatum* (Vell.) Pax possui inflorescência tipo espiga, grossa e terminal, com flores amarelas, unissexuadas, sendo maior o número de flores masculinas, com florescimento de outubro até dezembro. Os frutos são cápsulas lenhosas com deiscência explosiva. As sementes são escuras, lustrosas, enrijecidas, com 5 mm de comprimento (SANCHOTENE, 1989, LORENZI, 1992).

Poucas são as informações sobre a propagação de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, tanto sexuada como vegetativa. A literatura relata, para a propagação sexuada, que a espécie possui pouca produção de sementes, as quais apresentam taxa de germinação extremamente baixa que, quando em ambiente adverso, perdem rapidamente a viabilidade (SANCHOTENE, 1985; LORENZI, 1992).

Experimentos foram realizados com *Croton floribundus*, a qual pertence à mesma família botânica de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, visando estudar o efeito da temperatura na germinação de sementes bem como obter informações referentes à execução do teste de germinação. Com os resultados concluiu-se que não é necessário tratamento pré-germinativo e o teste de germinação pode ser conduzido a 20-30°C, por 28 dias, apresentando 90% de germinação (ABDO; PAULA, 2006).

A germinação de sementes e produção de mudas para outras espécies da mesma família Euphorbiaceae estão descritas na literatura, onde para *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Muell. Arg., encontra-se relatado que a porcentagem de germinação de sementes é geralmente baixa, inferior a 50%, necessitando de pré-tratamento das sementes com imersão em água fervida (80°C) até baixar a temperatura ambiente, para acelerar e uniformizar a germinação, que possui um período de 15 a 20 dias. Já para *Croton urucurana* Baill., a germinação de sementes é geralmente superior a 80%, necessitando também de pré-tratamento das sementes em água fria por duas horas antes da semeadura (DURIGAN *et al.*, 2002).

Pesquisas também foram realizadas utilizando espécies com o mesmo gênero, como para *Sapium sebiferum*, onde foi demonstrado que suas sementes apresentam dormência; com isso foram testados tratamentos com imersão em água e em ácido sulfúrico concentrado, sendo este último mais eficiente para a quebra de dormência com 70% de germinação (SIRIL; DHAR; DHYANI, 1998). Para a mesma espécie em outra pesquisa foi verificada a relação entre germinação e tempo de armazenamento de sementes e época de plantio. Verificou-se que sementes armazenadas por dois anos apresentam maior porcentagem de germinação quando comparadas as sementes com zero, quatro, cinco e sete anos de armazenamento. Para a época de plantio, os meses de janeiro (94%) e fevereiro (92%) mostraram-se superiores para a germinação de sementes do que os meses de março (76%), abril (46%) e novembro (82%) (CAMERON *et al.*, 2000).

Com relação à propagação vegetativa de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, alguns trabalhos foram realizados utilizando o método de estaquia. Em estudos onde foram testados tratamentos contendo o regulador vegetal ácido indol butírico (IBA) e ácido bórico, aplicados em talco e solução, em estacas coletadas nas quatro estações do ano de 1999, foi constatado baixo enraizamento da espécie, sendo o verão a melhor época do ano para a coleta das estacas, com 28% de enraizamento para a concentração de 4000 mgL<sup>-1</sup> em solução (FERREIRA *et al.*, 2001a; FERREIRA *et al.*, 2001b).

Segundo PIMENTA (2003) e PIMENTA *et al.* (2005), *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax pode ser considerada de difícil enraizamento. Esta conclusão foi obtida após experimentos realizados com estacas coletadas nas quatro estações do ano (2001-2002) submetidas à aplicação de diferentes concentrações de IBA associado

ou não a uniconazol, em dois tipos de substrato, onde obteve-se, na primavera, a melhor porcentagem de enraizamento (11,3%), com o tratamento 6000 mgL<sup>-1</sup> IBA + 100 mgL<sup>-1</sup> de uniconazol no substrato de casca de arroz carbonizada.

Já os autores CUNHA *et al.* (2004), relatam que a estaquia da espécie é uma técnica viável, podendo ser utilizada na produção de mudas. Esses autores obtiveram 52% de estacas enraizadas, provenientes de brotação do ano, para a concentração de 6000 mgL<sup>-1</sup> IBA, seguido de um decréscimo em relação à aplicação de 8000 mgL<sup>-1</sup> IBA, indicando um possível início de toxidez.

## 2.2 Importância da espécie

Segundo LORENZI (1992), *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax possui madeira leve, de tecido frouxo e mole, que caruncha com facilidade mesmo em ambientes secos. Sua madeira não possui nenhuma aplicação para a construção, porém é empregada em caixotaria leve e como lenha de carvão. Possui látex que, além de ser altamente cáustico em contato com os olhos, produz borracha de qualidade inferior. BARBOSA (1978), relata que com o estudo das características físico-mecânicas do leiteiro, acompanhado de ensaios específicos, pode-se ampliar a sua utilização para outros fins.

Porém, segundo INOUE *et al.* (1984), a madeira de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, além de empregada na caixotaria leve e como lenha de carvão, também pode ser utilizada como partículas para chapas, celulose, ripas, entre outros.

O gênero *Sapium* apresenta borracha usualmente denominada “caucho blanco”, a qual é extraída de inúmeras espécies, sendo muito conhecida na América do Sul. Mesmo havendo intensa exploração em alguns países, no Brasil tal borracha nunca fora alvo de grande interesse, talvez porque as espécies mais disseminadas na Amazônia são, via de regra, de pequena produção e de difícil extração, apresentando casca excessivamente dura. Mesmo com a dificuldade de extração, a borracha de *Sapium* sp. apresenta propriedades tênses excelentes. Há restrições, todavia, com relação ao seu comportamento nas diversas operações de fabricação na tecnologia industrial (WISNIEWSKI, 1956).

Uma das principais utilizações de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax é na recuperação de áreas degradadas, pois é uma das nativas potencialmente

recomendadas, devido principalmente ao seu caráter pioneiro que propicia uma cobertura inicial do solo, além de sua rusticidade e ornitocoria intensa, facilitando assim a entrada de outras espécies (SANCHOTENE, 1985; LORENZI, 1992).

As espécies pioneiras permitem que os ambientes mais variados e com degradações distintas, possam receber uma cobertura vegetal necessária para a formação do horizonte A do solo e o reinício do processo sucessional (REIS *et AL.*, 1996).

Outros autores relatam que *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax pode ser considerada colonizadora, ou seja, espécies que no campo avançam sobre novos terrenos, na maioria das vezes, áreas degradadas, apresentando principalmente quanto ao fator compactação do terreno, características distintas e adaptadas a esse tipo de situação. Essas características podem ser sementes aladas ou dispersas por autocoria, crescimento rápido, sistema radicular agressivo, dentre outros. A especificidade dessas espécies resulta em um seletivo e restrito grupo, variando de região para região. Portanto, em um projeto de recuperação de áreas degradadas, as espécies indicadas para esse papel, como é o caso de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, deveriam ser priorizadas quanto a esse potencial silvicultural (SANTARELLI, 1996).

GLUFKE (1999), também recomenda a espécie para a recuperação de áreas degradadas em estágio inicial à médio em Florestas Ombrófilas Densas, priorizando regiões com presença de curso d'água.

A importância da escolha ou seleção de espécies para a recuperação de áreas degradadas aumenta à medida que aumenta o grau de degradação. Nota-se também que, quanto mais degradada a área, menor é o número de espécies potenciais. Desta maneira não adianta investir em alta diversidade em áreas que não ofereçam condições de suporte, isso só aumentaria os custos de recuperação, sem contar com os riscos de insucesso (SANTARELLI, 1996).

## 2.3 Tecnologia de sementes

A conscientização da população frente aos problemas ambientais e o avanço na política ambiental proporcionaram aumento da demanda por sementes e mudas de espécies florestais nativas, para reflorestamento, produção de madeira ou para recuperação de áreas degradadas. Essa demanda técnica motivou a realização de pesquisas com sementes de espécies arbóreas nativas (SANTOS; AGUIAR, 2000).

A análise de sementes é de suma importância, pois fornece dados que expressam a qualidade física e fisiológica do lote de sementes, para fins de semeadura e armazenamento, possibilitando também estabelecer parâmetros de comparação entre diferentes lotes, bem como as condições adequadas de armazenamento (AGUIAR *et al.*, 1993).

Para que a metodologia da análise de sementes fosse facilmente entendível e reproduzível por todos os laboratórios, foram criadas as Regras Internacionais para a Análise de Sementes, que deram subsídios para que, no Brasil, fossem elaboradas as Regras de Análises de Sementes vigentes desde 1976 (PINÃO-RODRIGES, 1988). Estas apresentam recomendações específicas quanto à temperatura, substrato e tratamentos especiais a que devem ser submetidas cada uma das espécies estudadas, quer seja para a quebra de dormência, quer seja para realizações de testes como os de pureza, germinação, viabilidade e sanidade. Estas recomendações, no entanto, são limitadas às espécies de maior interesse econômico e em geral são associadas a programas que visam a produção de sementes certificadas e fiscalizadas.

O objetivo final da análise de sementes são os testes de germinação que fornecem informações sobre o valor das sementes para fins de semeadura no campo e dados que possam ser usados para comparar o valor de diferentes lotes de sementes. A realização dos testes de germinação em condições de campo não é geralmente satisfatória pelo fato de existir variação das condições ambientais e os resultados nem sempre podem ser fielmente reproduzidos (BRASIL, 1992).

A germinação é um fenômeno biológico da semente em que o embrião, paralisado nas fases finais de maturação, retoma seu crescimento (POPINIGIS, 1977). CARVALHO e NAKAGAWA (2000) definem germinação como um fenômeno

pelo qual as sementes, sob condições favoráveis, têm o eixo embrionário dando prosseguimento ao seu desenvolvimento, que tinha sido interrompido por ocasião da maturidade fisiológica. Entretanto, existem várias formas de definir a germinação conforme as diferentes áreas que estudam esse processo. De acordo com OLIVEIRA e CARVALHO (1999), em laboratório, a germinação é a emergência e o desenvolvimento da plântula a um estágio onde o aspecto das suas estruturas essenciais indica a maior ou menor possibilidade de se desenvolver em uma planta que consiga expressar seu máximo potencial de vigor, sob condições favoráveis de solo.

Nos testes de germinação realizados em laboratório, fatores como dormência, quantidade de água, luz, temperatura, oxigênio e ocorrência de patógenos, influenciam significativamente nas respostas germinativas (BRASIL, 1992; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A água é um fator imprescindível, pois é com a absorção de água que se inicia o processo de germinação, sendo o fator que mais influencia nesse processo. Cada espécie possui uma necessidade adequada de hidratação para que se reativem os processos metabólicos, resultando no fornecimento de energia e nutrientes necessários para a retomada do crescimento do eixo embrionário (BORGES; RENA, 1993; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A umidade do substrato onde é realizada a semeadura constitui um dos fatores essenciais para desencadear o processo de germinação. Durante esse processo, a absorção de água tem como principais funções promover o amolecimento do tegumento da semente, o aumento de tamanho do embrião e dos tecidos de reserva, favorecendo a ruptura do tegumento, a difusão gasosa e a emergência da raiz primária. A água ainda é importante para a diluição do protoplasma, permitindo a difusão de hormônios e conseqüentemente a ativação de sistemas enzimáticos; com isso, desenvolvem-se a digestão, a translocação e a assimilação das reservas resultando no crescimento do embrião (MARCOS FILHO, 1986).

O substrato deve permanecer uniformemente úmido durante os testes de germinação realizados em laboratório, visando suprir as sementes da quantidade de água necessária para sua germinação e desenvolvimento. Porém, o excesso de umidade provoca um decréscimo da germinação, pois dificulta a respiração e reduz

todo o processo metabólico resultante, além de aumentar a incidência de fungos, levando à redução na viabilidade (FIGLIOLIA *et al.*, 1993).

As Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 1992) indicam como materiais utilizados como substrato o papel-toalha, papel filtro, papel mata borrão, terra e areia. Porém, para espécies florestais nativas, outros materiais estão sendo testados como vermiculita, esfagno, entre outros (FIGLIOLIA *et al.*, 1993).

Outro fator que influencia o processo de germinação é a temperatura, a qual apresenta grande influência sobre as reações bioquímicas que regulam o metabolismo necessário para iniciar o processo de germinação, e como consequência, sobre a porcentagem e velocidade do processo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). A temperatura ótima é aquela na qual a semente expressa seu potencial máximo de germinação em menor tempo e as temperaturas máximas e mínimas, são os pontos críticos onde acima ou abaixo, não ocorre germinação.

Entretanto, a resposta à temperatura de germinação é variável, não havendo uma única temperatura ótima para todas as plantas. A faixa de 20 a 30°C foi considerada como a mais adequada para a germinação de grande número de espécies florestais (BORGES; RENA, 1993).

As sementes foram classificadas em três grandes grupos, com relação a sua resposta de germinação ao estímulo luminoso: fotoblásticas positivas, que não germinam no escuro e são produzidas principalmente por plantas heliófitas; fotoblásticas negativas, cuja germinação é inibida pela luz e; indiferentes à luz, produzidas principalmente por árvores de sub-bosques e plantas de sombra (OROZCO-SEGOVIA; VÁZQUEZ-YANES, 1992).

A dormência de sementes é um processo caracterizado pelo atraso da germinação, quando as sementes, mesmo em condições favoráveis (umidade, temperatura, luz e oxigênio), não germinam. Cerca de dois terços das espécies arbóreas, possuem algum tipo de dormência, cujo fenômeno é comum tanto em espécies de clima temperado (regiões frias), quanto em plantas de clima tropical e subtropical (regiões quentes). O fenômeno de dormência em sementes advém de uma adaptação da espécie às condições ambientais que ela se reproduz, podendo ser de muita ou pouca umidade, incidência direta de luz, baixa temperatura, entre outros. É, portanto, um recurso utilizado pelas plantas para germinarem na estação mais propícia ao seu desenvolvimento, buscando por meio disto a perpetuação da



espécie (garantia de que alguns indivíduos se estabeleçam) ou colonização de novas áreas. Portanto, há necessidade de se conhecer como as espécies superam o estado de dormência em condições naturais, para que por meio dessa informação se possa buscar alternativas para uma germinação rápida e homogênea. Este processo é chamado de quebra de dormência (VIEIRA; FERNANDES, 1997).

De acordo com FOWLER (2000), existem três tipos de dormência: a exógena, tipo mais comum de dormência, estando normalmente relacionada com a impermeabilidade do tegumento ou do pericarpo à água, com a presença de inibidores químicos no tegumento ou pericarpo, e com a resistência mecânica do tegumento ou pericarpo ao crescimento do embrião; a endógena, relacionada com o embrião, devida à ocorrência de embrião imaturo ou à presença de mecanismo de inibição fisiológica e; a combinada, na qual os dois tipos de dormência estão presentes, ou seja, dormência exógena e dormência endógena.

Os conhecimentos de como os fatores ambientais influenciam a germinação das sementes é de extrema importância. Assim, eles poderão ser controlados e manipulados de forma a otimizar a porcentagem, velocidade e uniformidade de germinação, resultando na produção de mudas mais vigorosas para plantio e minimização dos gastos (NASSIF *et al.*, 1998).

## 2.4 Propagação assexuada ou vegetativa

A propagação vegetativa ou assexuada é uma técnica utilizada para reproduzir uma planta geneticamente idêntica à planta matriz. Isso só é possível porque as células contêm, em seus núcleos, a informação necessária para gerar uma nova planta, em um princípio denominado totipotência. Essas células reproduzidas são somáticas, não havendo a união de gametas, resultando em clones (GRAÇA; TAVARES, 2000).

Anteriormente, a propagação vegetativa era restrita ao paisagismo e horticultura; progressivamente vêm assumindo um papel cada vez mais importante na silvicultura. Esse interesse pela propagação vegetativa na área florestal está relacionado principalmente com a produção de árvores com qualidade superior (SILVA, 1984). O mesmo autor relata que a propagação vegetativa é a multiplicação

de um vegetal a partir de seus tecidos que possuem a capacidade de formar um novo indivíduo.

A capacidade de regeneração depende de duas características fundamentais, a totipotência e a capacidade das células diferenciadas retornarem à capacidade meristemática (desdiferenciação). Esses fatores necessitam ser investigados quando se pretende utilizar essa técnica para uma determinada espécie (GRAÇA; TAVARES, 2000).

O uso da propagação vegetativa na silvicultura vem sendo melhorado ao longo dos anos, apresentando resultados importantes como ferramenta no melhoramento genético das espécies, além da formação de florestas mais homogêneas com fins comerciais. Com esse tipo de propagação, a constituição genética de um vegetal é mantida nos seus descendentes. Sendo assim, a variação decorrente da divisão e junção genética, como se verifica na reprodução sexuada, que é promovida pela semente, não ocorre mais (RODRIGUES, 1990).

O rápido desenvolvimento das espécies introduzidas e a necessidade de sua reprodução imediata fizeram com que diversos trabalhos fossem realizados no sentido de se estudar as técnicas de propagação vegetativa. No entanto, informações existentes sobre o comportamento de essências florestais nativas são escassas em face de metodologia usada para essências introduzidas (SILVA, 1982).

A propagação vegetativa em espécie florestais, por condução humana, pode se dar por técnicas como micropropagação, enxertia, mergulhia, alporquia ou estaquia, sendo esta última, mais fácil de execução e de grande utilidade e importância no meio florestal, destacando-se como método economicamente viável para produção de novos indivíduos (RIBAS, 1997; GRAÇA; TAVARES, 2000; HARTMANN *et al.*, 2002). COOPER (1990), também afirma que a estaquia é uma das técnicas que possui um menor custo de produção e uma maior viabilidade econômica sobre outras técnicas de propagação vegetativa.

#### 2.4.1 Estaquia

A propagação por estacas caracteriza-se pela obtenção de uma nova planta a partir de partes de caule, raiz ou folha, destacadas de uma planta matriz. Na seleção das matrizes visando a clonagem, as plantas devem conter características desejadas. Porém, quando o objetivo são mudas para fins ambientais, com genótipos variados, devem ser incluídos indivíduos isentos de parentesco entre si (SILVA, 2007). A estaquia é o método mais simples e rápido de propagação de indivíduos genotipicamente superiores, resistentes a doenças e pragas; além de possibilitar a propagação de espécies que apresentam dificuldade na produção de sementes e na germinação (RIBAS, 1997).

As pesquisas sobre enraizamento de estacas em espécies florestais nativas, em condições de viveiro, são alternativas para a produção de mudas e tem a finalidade de aprimorar e definir métodos, visando o melhoramento genético e o reflorestamento (RODRIGUES, 1990).

Quando ocorre o enraizamento de estacas caulinares, a origem da maioria das raízes formadas se encontra em grupos de células que podem retomar suas funções meristemáticas. Os calos, pequenos grupos de células, continuam sua divisão, formando um aglomerado de várias células que podem se converter em primórdios radiciais (HARTMANN *et al.*, 2002).

O sucesso na propagação de uma espécie por estacas varia, principalmente, de acordo com a época do ano, balanço hormonal e outras substâncias necessárias ao enraizamento (PEDRAS; SILVA, 1997). Sendo assim, vários são os fatores que estão envolvidos no processo de enraizamento de estacas, tanto fatores exógenos como endógenos, onde pode-se citar o estado fisiológico da planta matriz (presença de carboidratos, substâncias nitrogenadas, aminoácidos, auxinas, compostos fenólicos e outras substâncias), o período e posição de coleta das estacas, juvenilidade, estiolamento, presença de folhas e gemas, idade da planta matriz e fatores do ambiente, como disponibilidade de água, luminosidade e substrato (GOMES, 1986; HARTMANN *et al.*, 2002).

#### 2.4.2 Fatores internos relacionados ao enraizamento de estacas

A indução do sistema radicial é provocada pela ação do ácido indol acético (IAA) uma auxina natural, que atua em conjunto com carboidratos, compostos nitrogenados e vitaminas. As auxinas foram os primeiros hormônios descobertos a partir de experimentos realizados, inicialmente por Charles Darwin e, posteriormente, por Fritz Went sobre fototropismo de plântulas de alface e de aveia. A palavra auxina se origina do termo grego *Auxein*, que significa crescer (RODRIGUES; LEITE, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2004). A primeira auxina isolada foi o ácido indol acético (IAA), que junto com o ácido indol butírico (IBA) formam o grupo de auxinas mais conhecidas. Essas substâncias possuem como principal função regular o alongamento celular e as respostas a estímulos unidirecionais, conhecidos como tropismo, além de agirem no crescimento apical do caule, divisão da carioteca, desenvolvimento de frutos, abscisão foliar e formação de raízes adventícias em estacas (BENINCASA; LEITE, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2004).

A biossíntese do IAA está associada aos tecidos com rápida divisão celular e crescimento, especialmente nas partes aéreas. Porém, quase todos os tecidos vegetais são capazes de produzir baixos níveis de IAA. Os meristemas apicais, as folhas jovens, frutos e as sementes em desenvolvimento são os principais locais de síntese. Os níveis de IAA livre nas plantas são controlados por mecanismos de biosíntese, conjugação, degradação, transporte e compartimentalização; esse processo pode ser influenciado por fatores do meio ambiente e pela idade fisiológica da planta ou do órgão (SAMPAIO, 2002; BENINCASA; LEITE, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2004).

Existem várias rotas para a biossíntese do IAA, sendo o aminoácido triptofano o provável precursor; mas, suspeita-se da existência de uma via independente do triptofano para a biossíntese desse hormônio vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2004).

As auxinas podem ser encontradas naturalmente nos vegetais sob a forma livre ou conjugada. O ácido indol acético na forma livre é a forma biologicamente ativa do hormônio, mas a grande maioria é encontrada na forma conjugada, as quais são consideradas hormônios inativos. O metabolismo da auxina conjugada pode ser o principal fator contributivo para a regulação dos níveis de auxina livre, além de

possuírem funções como armazenamento, proteção contra degradação oxidativa e transporte de IAA (BENINCASA; LEITE, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2004).

A degradação do IAA na planta pode ocorrer por meio da foto-oxidação e pela oxidação enzimática realizada pelo sistema IAA-oxidase, sendo que a quebra do ácido indol acético garante que o nível dependa de nova síntese, regulando a taxa hormonal na planta (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Além da concentração endógena de auxina, outros fatores influenciam o enraizamento de estacas. A oxidação de compostos fenólicos, fenômeno responsável pela liberação de exsudatos tóxicos ao tecido da estaca, tem sido apontada como fator que reduz a capacidade de enraizamento. O controle das reações de oxidação destes compostos pode vir a favorecer a formação de raízes (FACHINELLO *et al.*, 1994).

A presença de carboidratos é um parâmetro que reflete a condição de desenvolvimento da planta matriz que pode coincidir com sua capacidade de enraizamento (VEIERSKOV, 1988) e representa a principal fonte de energia e de carbono para a síntese de substâncias necessárias ao enraizamento de estacas (TOFANELLI, 1999).

A auxina produzida nas folhas e nas gemas move-se naturalmente para a parte inferior da estaca, acumulando-se na base do corte, junto com açúcares e outros nutrientes (JANICK, 1966). Considerando que a formação de raízes é um processo de crescimento que necessita de nutrientes, é importante que haja equilíbrio da auxina com carboidratos e compostos nitrogenados (ONO; RODRIGUES, 1996).

Deste modo, a presença de folhas em estacas é um fator que auxilia o enraizamento em muitas espécies, pois as mesmas são fontes de auxina e cofatores do enraizamento, os quais continuam a ser sintetizados durante a permanência das estacas no substrato (COUVILLON, 1988). Segundo CORREA e BIASI (2003) e LIMA (2001), trabalhando com cipó-mil-homens e duas espécies de guaco respectivamente, a presença de folhas nas estacas favorecem a indução de raízes adventícias. Os autores obtiveram baixa porcentagem de enraizamento em estacas sem a presença de folhas e relatam que a medida que a área foliar aumentou, ocorreu uma maior porcentagem de enraizamento.

A presença de folhas em estacas semilenhosas, que possuem pouca reserva, é muito importante para a formação de novas raízes, pois nas folhas ocorre a produção de carboidratos pela fotossíntese, além de auxinas e outras substâncias necessárias para o enraizamento (HARTMANN *et al.*, 2002).

O tipo de estaca e a estação do ano também são fatores que influenciam a formação de raízes adventícias e vários autores verificaram o efeito desses fatores como FERREIRA *et al.* (2001), DUTRA *et al.* (2002), SALOMÃO *et al.* (2002), GONTIJO *et al.* (2003), KNAPIK *et al.* (2003), BASTOS *et al.* (2004).

Com relação à idade das plantas matrizes, em geral, estacas provenientes de material vegetativo juvenil enraízam com maior facilidade; quanto mais juvenis, mais rápida é a formação das raízes, melhor é a qualidade do sistema radicial formado e menor é a probabilidade de barreiras anatômicas que podem interferir negativamente para a formação de raízes adventícias (HARTMANN *et al.*, 2002).

#### 2.4.3 Reguladores vegetais

A formação de raízes adventícias em estacas depende de muitos fatores. Dentre estes, o balanço hormonal é de grande importância e o uso de reguladores vegetais, visando estabelecer um equilíbrio favorável ao enraizamento, é uma prática largamente adotada (NACHTIGAL *et al.*, 1994).

Assim, para otimizar o enraizamento de estacas, são utilizadas várias substâncias exógenas que induzem a formação de raízes, denominadas reguladores vegetais. Esses reguladores podem ser auxinas, citocininas e giberilinas, os quais devem estar em equilíbrio para que ocorra o enraizamento. A maioria dessas substâncias pertence ao grupo das auxinas, como o ácido indol butírico (IBA) e o ácido naftaleno acético (NAA). O IBA é a substância que geralmente produz melhores resultados, seguido do NAA (SILVA, 1984; RODRIGES, 1990; FACHINELLO *et al.*, 1994; ZANETTE, 1995).

A ação dessas substâncias tornou-se tão segura que seu uso é largamente difundido, principalmente na fruticultura. Dentre elas pode-se citar o IBA, o qual tem demonstrado ser mais efetivo na maioria das espécies, sendo o mais utilizado entre outros reguladores vegetais. Possui a vantagem de não ser tóxico em um amplo leque de concentrações, além de não ser facilmente fotoxidado. O NAA juntamente com o IBA é um dos reguladores vegetais mais utilizados na atualidade. Possui as

mesmas vantagens do IBA, porém é geralmente mais tóxico que o IBA nas mesmas concentrações (MESÉN, 1997; HARTMANN *et al.*, 2002).

As auxinas estimulam a divisão celular nos meristemas primários e secundários, contribuindo para o subsequente alongamento das células, em virtude de sua influência sobre as membranas celulósicas, que se tornam plásticas e facilmente extensíveis (SILVA, 1984).

Após a aplicação de auxinas exógenas, ocorre transporte polar, causando o rápido acúmulo dessa substância na porção basal. O acúmulo de auxina causará a formação de uma dilatação ou calo. Esse calo é constituído por muitas células parenquimatosas, resultantes dos novos centros meristemáticos formados, ou da ativação de células do câmbio. As células destes tecidos podem vir a se diferenciar, formando os primórdios radiciais. No entanto, a formação de raízes adventícias e de calos é independente. A iniciação radicial decorre da atividade do meristema resultante da desdiferenciação das células parenquimáticas do calo. O desenvolvimento de raízes adventícias pode ser dividido em quatro estágios: desdiferenciação de células diferenciadas específicas; formação de raízes iniciais a partir de certas células localizadas próximas aos tecidos vasculares; desenvolvimento de raízes iniciais em primórdios radiciais organizados e crescimento e emergência dos primórdios (HARTMANN *et al.*, 2002).

As substâncias promotoras da formação de raízes estimulam de um modo mais eficaz as estacas de espécies de difícil enraizamento, ou seja, aquelas que apresentam maior quantidade de co-fatores favoráveis e menor quantidade de substâncias inibidoras. Há espécies cujas estacas não enraízam bem em condições naturais, mas quando tratadas com IAA ou seus análogos sintéticos, emitem raízes com facilidade. Estacas de determinadas espécies de difícil enraizamento, necessitam ser mergulhadas em água para retirar os inibidores químicos, para depois serem tratadas pelas substâncias indutoras de enraizamento (ALVARENGA; CARVALHO, 1983).

JANICK (1966), também observou que algumas espécies podem ter seu enraizamento dificultado, não por apresentarem baixos níveis de auxina endógena, mas por apresentarem inibidores de enraizamento. Trabalhos com estacas de videira de difícil enraizamento mostraram que a lavagem em água remove esses inibidores.

Muitas estacas de difícil enraizamento não formam raízes imediatamente, devido à presença de inibidores químicos que atuam em antagonismo às auxinas, retardando os processos de crescimento e desenvolvimento das plantas. Os fungicidas, mesmo aumentando indiretamente o enraizamento de estacas, fornecendo proteção contra doenças, também podem inibir diretamente a iniciação radicial. Existem hipóteses de que pode existir uma ação competitiva entre moléculas do fungicida e substâncias indutoras do enraizamento (DURATEX, 1993).

Segundo KERSTEN *et al.* (1993), as respostas à aplicação do IBA são bastante variáveis, principalmente com relação à concentração, tempo e profundidade de imersão, tipo de estaca, época de realização, cultivares e formulações.

Porém, com relação às concentrações de auxina, as estacas geralmente respondem de uma maneira típica, mostrando um aumento progressivo de enraizamento e qualidade das raízes com a elevação das concentrações de auxina até um ponto máximo, a partir desse ponto ocorre um decréscimo na resposta devido a problemas de toxicidade. Em concentrações insuficientes pode haver a pouca formação de raízes e os calos formados podem não desdiferenciar para a formação de raízes. Já em concentrações supraótimas pode ocorrer o amarelecimento e queda prematura das folhas das estacas, necrose da base ou necrose total das estacas (MESÉN, 1997).

Esse efeito foi relatado por LAMEIRA *et al.* (1997), trabalhando com erva-baleeira, onde obtiveram um aumento no enraizamento das estacas, utilizando a concentração de  $250 \text{ mgL}^{-1}$  de IBA, com imersão de 24 horas, apresentando um enraizamento de 68%. Porém, aumentando-se os níveis de IBA até  $750 \text{ mgL}^{-1}$ , houve um decréscimo na porcentagem de enraizamento, chegando a 0% na concentração alta de IBA. A inibição do enraizamento na presença da maior concentração foi provocada provavelmente pelo excesso de auxina. Em certas espécies, o enraizamento é estimulado por concentrações muito baixas de auxina, explicando o resultado obtido pelo autor.

Assim, a ação das auxinas varia de espécie para espécie. Vários autores, trabalhando com diversas espécies, relataram o efeito positivo de tratamentos utilizando auxinas (POGGIANI; FILHO, 1974; GRAÇA, 1988; MONTALBETTI; HORMAZABAL, 1992; ONO *et al.*, 1994).



Estacas de *Hevea brasiliensis* apresentaram uma reação favorável ao uso do ácido indol butírico, o qual proporcionou um aumento na porcentagem de enraizamento (CASTRO *et al.*, 1987).

ALCÂNTARA *et al.* (1983), trabalhando com várias espécies de forrageiras, constataram que o ácido indol butírico, em baixas concentrações, incrementou a porcentagem de enraizamento das estacas.

O efeito positivo do ácido indol butírico também foi observado por LUCCHESI *et al.* (1985), trabalhando com a espécie herbácea *Stachytapheta elegans*, sendo as melhores concentrações encontradas de 40 e 60 mgL<sup>-1</sup>. Foi também observado efeito fitotóxico nas concentrações de 100 e 200 mgL<sup>-1</sup>.

Mesmo com a verificação do efeito positivo do ácido indol butírico por vários autores, em algumas espécies esse quadro não é observado. Em *Platanus acerifolia*, objeto de estudo de NICOLOSO *et al.* (1999), o IBA afetou negativamente a porcentagem de enraizamento. BEZERRA *et al.* (1992) e SAMPAIO e BARBIN (1983), trabalhando respectivamente com acerola e pereira, também observaram que a utilização do IBA não promoveu o aumento do enraizamento e do desenvolvimento do sistema radicial nessas espécies.

Essa diferença entre as espécies, em resposta às auxinas, pode ser observada claramente na pesquisa de MISRA e JAUHARI (1970), os quais constataram que a porcentagem de enraizamento foi estimulada pelo uso do ácido indol butírico em *Morus alba*, porem, em *Zizyphus mauritiana* não houve formação de um sistema radicial em nenhum dos tratamentos com IBA. Os autores INOUE e PUTTON (2007) testaram a influencia do IBA em 12 espécies arbóreas, onde observaram efeito positivo do regulador em algumas espécies para a indução do sistema radicial e negativo para outras.

Existem muitos métodos para aplicar quantidades suficientes de reguladores vegetais em estacas caulinares. WEAVER (1982) descreve alguns destes métodos. No método de imersão rápida, a estaca permanece por aproximadamente 5 segundos, em solução alcoólica de auxina concentrada (500 a 10000 mgL<sup>-1</sup>). As concentrações muito altas podem inibir o desenvolvimento de gemas ou provocar o amarelecimento e queda das folhas, provocando a morte da estaca. No método de imersão prolongada, onde prepara-se uma solução-estoque de auxina concentrada, com etanol a 95% procede-se a diluição, em água, para a obtenção das

concentrações desejadas; estas variando de 20 mgL<sup>-1</sup>, para espécies de fácil enraizamento, até 200 mgL<sup>-1</sup>, para espécies de difícil enraizamento. Somente a base das estacas permanece mergulhada nas soluções durante cerca de 24 horas, em lugar sombreado e a temperatura ambiente e sobre constante aeração das soluções, colocando-as imediatamente após os tratamentos, no meio de enraizamento.

#### 2.4.4 Fatores externos relacionados ao enraizamento de estacas

A formação do sistema radicial em estacas é diretamente influenciada pela intensidade luminosa, principalmente com relação à fotossíntese, degradação de compostos como as auxinas e relações hídricas (ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001; HARTMANN *et al.*, 2002), justificando a influência do período de coleta sobre a indução radicial das estacas. Em espécies de fácil enraizamento, as estacas podem ser colhidas em qualquer época do ano, enquanto para outras espécies o período de maior enraizamento coincide com a estação de repouso ou com a estação de crescimento (PAIVA; GOMES, 1993).

A coleta de material para a propagação vegetativa nas várias estações do ano acarreta diferentes resultados na porcentagem de enraizamento das estacas (BLAKESLEY *et al.*, 1991). Cada espécie responde diferentemente à época de obtenção de propágulos (KESTEN, 1990; MACHADO, 1993).

A manutenção da turgescência das estacas possui importante papel no sucesso da propagação vegetativa, podendo ser obtida por meio do controle da umidade relativa dentro da casa-de-vegetação. Para isso, são utilizados sistemas de nebulização, os quais formam uma fina película de água na superfície das folhas das estacas, reduzindo a transpiração e mantendo uma temperatura relativamente constante na superfície destas (PAIVA; GOMES, 1993), mantendo dessa forma as folhas funcionais por mais tempo, o que pode ser decisivo no enraizamento de algumas espécies (HARTMAN *et al.*, 2002).

Uma das principais causas da mortalidade de caules, e conseqüentemente o não enraizamento, é por dessecação, já que a ausência de raízes impossibilita a absorção de água suficiente, e as folhas presentes, assim como as novas brotações emitidas continuam perdendo água por transpiração, deste modo, a manutenção da turgescência se faz necessária (JANIK, 1966). Entretanto, o excesso de água pode

dificultar as trocas gasosas, favorecendo o desenvolvimento de doença, impedindo o enraizamento e levando a morte dos tecidos vegetais (XAVIER; SANTOS, 2002).

O aumento da temperatura do substrato, em geral, pode favorecer o enraizamento de estacas. Temperaturas superiores, em até 6°C, no substrato, em relação a temperatura do ambiente da casa-de-vegetação, aceleram o metabolismo na base da estaca, favorecendo a formação de raízes adventícias. Elevadas temperaturas do ar, ainda estimulando o desenvolvimento das raízes, podem favorecer a perda de água pelas folhas, prejudicando assim o enraizamento (HARTMAN *et al.*, 2002).

Para que o processo de enraizamento tenha sucesso, necessita-se da escolha de um substrato apropriado, o qual deve possuir qualidades que auxiliem a iniciação radicial nas estacas, proporcionando suporte da estaca durante o enraizamento (PAIVA; GOMES, 1993). Essa escolha depende da espécie, tipo da estaca e estação do ano, porém em todos os casos o substrato deve proporcionar umidade, facilidade de trocas gasosas e penetração das raízes, sendo relativamente livre de contaminações (JANICK, 1966).

Estacas de muitas espécies enraízam com facilidade numa grande diversidade de substratos, porém, existem plantas que apresentam dificuldade de enraizamento, sendo o substrato utilizado um fator de grande influência, não só na porcentagem de enraizamento, mas na qualidade do sistema radicial que se forma (JANICK, 1966; PAIVA; GOMES, 1993).

Os substratos mais utilizados são vermiculita, turfa, serragem, casca de arroz carbonizada, moinha de carvão, terriço, espuma de poliuretano e diversas misturas destes. Não há consenso quanto ao melhor, e tal fato deve-se à espécie e as condições em que se trabalha (PAIVA; GOMES, 1993).

CORREA e BIASI (2003) e LIMA *et al.* (2003) testando diferentes substratos para o enraizamento de estacas de cipó-mil-homens e duas espécies de guaco respectivamente, obtiveram melhores resultados em substratos porosos como vermiculita e casca de arroz carbonizada. Segundo BIASI e DE BONA (2000) esses substratos apresentam elevado espaço poroso total (acima de 70% do volume) e elevado espaço de ar na capacidade de campo (acima de 40% do volume).

#### 2.4.5 Juvenilidade e rejuvenescimento de propágulos vegetativos

Órgãos em crescimento ativo apresentam maiores concentrações de auxinas e tipos de estacas diferentes do ponto de vista fisiológico (idades) apresentam taxas de enraizamento variáveis. Desse modo, a quantidade de auxina exógena necessária para induzir o enraizamento deveria ser menor em estacas mais juvenis. Em climas temperados, muitas espécies cessam seu crescimento na época mais fria, reiniciando-o na primavera conforme o aumento da duração do dia e a temperatura. O rejuvenescimento das plantas pode ser induzido por vários métodos, incluindo a enxertia e miniestaquia seriada e poda drástica. A poda, por exemplo, estimula a desdiferenciação e posterior rediferenciação das células do câmbio, promovendo a formação de gemas (NEVES *et al.*, 2006). BORGES JÚNIOR *et al.* (2004) evidenciam que a prática de corte de árvores e utilização das brotações é eficiente para o rejuvenescimento do material adulto.

A utilização de brotações provenientes de rebrota no processo de estaquia deve assegurar que a espécie possui a capacidade de brotar após as podas. Essa técnica possui a vantagem de obter propágulos vegetativos juvenis com facilidade, sendo que a estaquia pode ser realizada logo as brotações possuam tamanho adequado (MESÉM, 1997). O mesmo autor informa que deve-se ter atenção com a época para a realização das podas, a qual deve ser normalmente quando a umidade e luminosidade estejam em quantidades suficientes para induzir a formação de brotações vigorosas. Em climas quentes e secos possivelmente ocorrerá a formação de brotações escassas, as quais dificilmente possuirão condições favoráveis para um bom enraizamento.

A miniestaquia revolucionou as metodologias de propagação, resultando em aumento dos índices de enraizamento, vigor radicial e velocidade de enraizamento. Para objetivos que não sejam o estabelecimento de florestas produtivas, não é necessário esperar até que as plantas matrizes atinjam sua maturidade, assim é recomendável a coleta de brotações de plantas novas, de preferência de mudas formadas a partir de sementes coletadas a partir de árvores sadias e vigorosas. Assim, todas as outras etapas de propagação vegetativa tornam-se mais fáceis e rápidas de serem realizadas (WENDLING *et al.*, 2005).

## REFERÊNCIAS

- ABDO, M. T. V. N.; PAULA, R. C. de. Temperaturas para a germinação de sementes de capixingui (*Croton floribundus* – Spreng – Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 135-140, 2006.
- AGUIAR, I. B.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes Florestais Tropicais**, Brasília: ABRATES, 1993.
- ALCÂNTARA, V. B. G.; ABRAMIDES, P. L. G.; ALCÂNTARA, P. B. Aplicação de auxinas e estimulantes no enraizamento de estacas de leucena, jureminha, guandu e amoreira. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 40, n. 2, p.279-285, 1983.
- ALLEM, A. C.; IRGANG, B. E. Euphorbiaceae. **Flora Ilustrada do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, v. 11, n. 34, p. 222-223, 1975.
- ALVARENGA, L. R. de; CARVALHO, V. D. de. Uso de substâncias promotoras de enraizamento de estacas frutíferas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 101, p. 47-55, 1983.
- BARBOSA, O. Identificação e fenologia de espécies arbóreas da Serra da Cantareira (São Paulo). **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 11/12, p. 1-86, 1977/78.
- BASTOS, D. C.; MARTINS, A. B. G.; SCALOPPI JÚNIOR, J. SARZI, I; FATINANSI, J. C. Influencia do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas apicais e basais de caramboleira (*Averrhoa carambola* L.) sob condições de nebulização intermitente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 284-286, 2004.
- BENINCASA, M. M. P.; LEITE, I. C. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2004.
- BEZERRA, J. E. F *et al.* Enraizamento de estacas herbáceas de acerola com ácido indol-butírico e ácido alfa-naftaleno acético a baixas concentrações em duas épocas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 14, n. 1, p. 1-6, 1992.
- BIASI, L. A.; DE BONA, C. M. Propagação de carqueja (*Baccharis trimera* (Less.) A.P. de Candolle) por meio de estaquia. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, v. 2, n. 2, p. 37-43, 2000.
- BLAKESLEY, D. WESTON, G. D.; ELLIOTT, M. C. Endogeneous levels of indole-3-acetic acid and abscisic acid during the rooting of *Cotinus coggygia* cuttings taken at different times of the year. **Plant Growth Regulators**, Dordrechr, v. 10, p. 1-12, 1991.
- BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.83-136.

BORGES JÚNIOR, N.; MARTINS-CORDER, M. P.; SOBROSA, R. C.; SANTOS, E. M. dos. Rebrotas de cepas de árvores adultas de acácia – negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 611-615, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992.

CAMERON, G. N.; GLUMAC, E. G. ESHELMAN, B. D. Germination and dormancy in seeds of *Sapium sebiferum* (chinese tallow tree). **Jornal of Coastal Research**, Royal Palm Beach, v. 16, n. 2, p. 391-395, 2000.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Campinas: Fundação Cargill, 2000.

CASTRO, P. R. C. *et al.* Estimulação do enraizamento de estacas de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) pela aplicação de reguladores vegetais. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v. 64, n. 2, p. 1025-1035, 1987.

COOPER, M. A. **Maximização do potencial de enraizamento de estacas de *Eucalyptus dunnii* Maiden**. 75f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1990.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil). **Resolução 261**, de 30 de junho de 1999. Brasília, DF, DOU. 02-08-1999.

CUNHA, A. C. M. C. M. da; WENDLING, I; JÚNIOR, L.S. Influência da concentração do regulador de crescimento para enraizamento AIB na formação de mudas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax por estaquia. **Boletim de Pesquisas Florestais**, Colombo, n. 49, p. 17-29, jul./dez., 2004.

CORREA, C. F.; BIASI L. A. Área foliar e tipo de substrato na propagação por estaquia de cipó-mil-homens (*Aristolochia triangularis* Cham. Et Schl.). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 3, p. 233-235, jul-set, 2003.

COUVILLON, G. A. Rooting response to different treatments. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 227, p. 187-196, 1988.

DURATEX S. A. Efeito da associação de fungicidas e ácido indol butírico, no enraizamento de estacas de *Eucalyptus grandis*. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO 1, 1993; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO 7, 1993, Curitiba. **Resumos...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993.

DURIGAN, G.; FIGLIOLIA, M. B.; KAWABATA, M.; GARRIDO, M. A. O.; BAITELLO, J. B. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. 2. ed. São Paulo: Páginas & Letras, 2002.

DUTRA, L. F.; KERSTEN, E; FACHINELLO, J. C. Época de coleta, ácidoindol butírico e triptofano no enraizamento de estacas de pessegueiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 327-333, abr./jun, 2002.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. KERSTEN, E.; FORTES, G. R. L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: Ed. E Gráfica Universitária, 1994.

FERREIRA, B. G. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; CARPANEZZI, A. A.; TAVARES, F. R.; BOEGER, M. R. T.; KOEHLER, H. S. Efeito do ácido indol butírico e bórico no enraizamento de estacas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISADORES NIKKEIS, 9.; 2001, São Paulo. **Anais**. São Paulo: SBPN SCIENTIFIC JOURNAL, 2001a. p. 122- 123

FERREIRA, B. G. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; CARPANEZZI, A. A.; TAVARES, F. R.; BOEGER, M. R. T.; KOEHLER, H. S. Enraizamento de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. pela aplicação de ácido indol butírico e ácido bórico. **Leandra**, Rio de Janeiro, n. 16, p. 11-16, 2001b.

FOWLER, J. A. P. Superação de dormência e armazenamento de sementes de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**: um guia para ações municipais e regionais. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo: Embrapa Florestas, 2000. p. 77-100.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRARENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 83-136

GRAÇA, M. E. C *et al.* **Estaquia de erva-mate**. Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1988. (Circular Técnica, 18.).

GRAÇA, M. E. C.; TAVARES, F. R. Propagação vegetativa de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivas e ambientais**: um guia para ações municipais e regionais. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo: Embrapa Florestas, 2000. p. 175-197.

GLUFKE, C. **Espécies florestais recomendadas para a recuperação de áreas degradadas**. Porto Alegre: FZB, 1999.

GOMES, A. L. **Propagação clonal**: princípios e particularidades. VilaReal: Universidade de trás-dos-Montes e Alto Douro, 1986. 67 p. (Série Didática. Ciências aplicadas, 1.).

GONTIJO, T. C. A.; RAMOS, J. D.; MENDONÇA, V.; PIO, R.; ARAÚJO NETO, S. E. de; CORRÊA, F. L. O. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de acerola utilizando ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 290-292, ago. 2003.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIS JÚNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant Propagation: principles and practices**. 7 ed. New York: Englewood Clippis, 2002.

INOUE, M. T.; RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. **Projeto madeira do Paraná**. Curitiba. Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1984.

INOUE, M. T.; PUTTON, V. Macropropagação de 12 espécies arbóreas da floresta ombrófila mista. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 1, p. 55-61, jan./abr. 2007.

JANICK, J. **A ciência de horticultura**. Rio de Janeiro: USAID, 1966.

JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 3. ed. São Paulo: Nacional, 1976.

KERSTEN, E. **Efeito do boro, zinco e ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de dois cultivares de amexeira (*Prunus salicina* Lindl.)**. 109 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

KERSTEN, E.; LUCCHESI, A. A.; GUTIERREZ, L. E. Efeitos do boro e zinco no teor de carboidratos solúveis, aminoácidos totais e no enraizamento de estacas de ramos de ameixeira (*Prunus salicina* Lindl.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 50, n. 1, p. 13-18, fev/maio, 1993.

KNAPIK, J. G.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; CARPANEZZI, A. A.; TAVARES, F. R.; KOEHLER, H. S. Influência da época e da aplicação de ácido indol butírico na propagação por estaquia da *Tibouchina pulchra* (Cham.) Cogn. (quaresmeira). **Iheringia**, Porto Alegre, v. 58, n. 2, p. 171-179, jul./dez., 2003.

LAMEIRA, O. A.; PINTO, J. E. B. P.; ARRIGONI-BLANK, M. F. Enraizamento de miniestacas de erva-baleeira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 114-116, 1997.

LIMA, N. P. **Estaquia semilenhosa e comparação de metabólicos secundários em *Mikania glomerata* Sprengel e *Mikania laevigata* Schultz Bip ex Baker**. 88f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

LIMA, N. P.; BIASI, L. A.; ZANETTE, F.; NAKASHIMA, T. Produção de mudas por estaquia de duas espécies de guaco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 106-109, 2003.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992.

LUCCHESI, A. A.; ROCHELLE, L. A.; GONÇALVES, A. L. Efeito da utilização do ácido indolil-3-butírico e do tratamento térmico na propagação vegetativa do gervão (*Stachytapheta elegans* L.). **Anais de Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v. 42, n. 1, p. 251-269, 1985.



MACHADO, I. S. **Atividade de enzimas do metabolismo de compostos secundários comprometidos com o enraizamento “in vitro” de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden**. 93 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

MARCOS FILHO, J. Germinação se sementes. In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM SEMENTES, 1., 1986, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.11-39.

MESÉM, F. **Enraizamiento de estacas juveniles de espécies forestales**: uso de propagadores de sub-irrigación. Turrialba: CATIE, 1997.

MISRA, A. K.; JAUHARI, O. S. Root induction in layers and stem cutting of *Morus alba* L. and *Zizyphus mauritiana* Lam. with special reference to plant groth regulators. **Indian Journal of Horticulture**, New Delhi, v. 27, p. 141-146, 1970.

MONTALBETTI, R. T.; HORMAZABAL, M. K. Efecto sinergico del boro en el enraizamiento de acodos en *Pinus carabaea* VAR. hondurensis. **Acta Científica Venezolana**, Caracas, v. 43, n. 1, p. 45-51, 1992.

NACHTIGAL, C. M; HOFFMANN, A.; KLUGE, R. A.; FACHINELLO, J. C.; MAZZINI, A. R. A. Enraizamento de estacas semi-lenhosas de araçazeiro (*Pisidium cattleyanum* Sabine) com o uso do ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 16, n. 1, p. 229-235, 1994.

NASSIF, S. M. L.; VIEIRA, I. G.; FERNANDES, G. D. Fatores externos (ambientais) que influenciam na germinação de sementes. **Informativo Sementes**, IPEF, abril, 1998. Disponível em:<<http://www.ipef.br/tecsementes/dormencia.asp>>. Acesso em: 17/10/07.

NEERA, S.; ISHIMARU, K. Tannin production in cell culture of *Sapium sebiferum*. **Phytochemistry**, Great Britain, v. 31, n. 3, p. 833-836, 1992.

NEVES, T. S.; CARPANEZZI, A. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; MARENCO, R. A. Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variações sazonais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 12, p. 1699-1705, dez. 2006.

NICOLOSO, F. T.; LAZZARI, M.; FORTUNATO, R. P. Propagação vegetativa de *Platanus acerifolia* Ait: (II) efeito da aplicação de zinco, boro, e ácido indolbutírico no enraizamento de estacas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 487-492, 1999.

OLIVEIRA, J. A.; CARVALHO, M. L. M. **Análise de Sementes**. Lavras: UFLA, 1999.

ONO, E. O. A.; RODRIGES, J. D.; PINHO, S. Z. Ação de auxinas e/ou boro, no processo de formação de raízes em estacas de café (*Coffea arabica* L. CV. “Mundo Novo”). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 37, n. 1, p. 157-166, 1994.

ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. **Aspectos da Fisiologia do Enraizamento de Estacas Caulinares**. Jaboticabal: FUNEP, 1996.

OROZCO-SEGOVIA, A.; VÁZQUEZ-YANES, C. Los sentidos de las plantas: La sensibilidad de las semillas a la luz. **Ciencia**, v. 43, p. 399-441, 1992.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1993.

PANTHONG, A.; KANJANAPOTHI, D.; THITIPONPUNT, Y.; TAESOTIKUL, T.; ARBAIN, D. Anti-inflammatory activity of the alkaloid bukittinggine from *Sapium baccatum*. **Planta Medica**, New York, v. 64, p. 530-535, 1998.

PEDRAS, J. F.; SILVA, C. P. Produção de raízes em estacas de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.), nas diferentes épocas do ano, em função dos tratamentos com auxinas sintéticas e ácido bórico. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 48., 1997, Crato. **Resumos...** Crato, 1997. p. 378.

PIMENTA, A. C. **Interações entre reguladores vegetais, épocas do ano e tipo de substrato no enraizamento de estacas caulinares de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax**. 56p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

PIMENTA, A. C.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; OLIVEIRA, B. H.; CARPANEZZI, A. A.; KOEHLER, H. S. Interações entre reguladores vegetais, épocas do ano e tipo de substrato no enraizamento de estacas caulinares de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 50, p. 53-67, jan./jun., 2005.

PINÂ-RODRIGUES, F. C. M. **Manual de análises de sementes florestais**, Campinas: Fundação Cargill, 1988.

POGGIANI, F.; SUITER FILHO, W. Importancia da nebulização intermitente e efeito do tratamento hormonal na formação de raízes em estacas de Eucalipto. **IPEF**, Piracicaba, n. 9, p. 119-129, 1974.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977.

REIS, A.; NAKAZONO, E. M.; MATOS, J. Z. Utilização da sucessão e das interações planta-animal na recuperação de áreas florestais degradadas In: BALENSIEFER, M. **Recuperação de áreas degradadas: III Curso de atualização UFPR**. Curitiba: FUPEF, 1996. p. 29-36.

REIS, C. S.; HILDEBRAND, M. Z. Avaliação de um sistema agroflorestal com espécies arbóreas nativas visando a recuperação de áreas degradadas em pequenas propriedades rurais. In SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 6., **Anais....** Blumenau: FURB, 2000.

RIBAS, K. C. **Interações entre auxinas e co-fatores do enraizamento na promoção do sistema radicular, em estacas de *Eucalyptus grandis* W. Hiss ex Maiden**. 150p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

ROCHA, M. G. B. **Melhoramento de espécies arbóreas nativas**. Minas Gerais: Instituto Estadual de Florestas, 2002.

RODRIGUES, T. J. D.; LEITE, I. C. **Fisiologia vegetal: hormônios das plantas**. Jaboticabal: Funep, 2004.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: \_\_\_\_\_; LEITÃO FILHO, H.F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2000. p. 235-247.

RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Heterogeneidade florística das matas ciliares In: \_\_\_\_\_; LEITÃO FILHO, H.F.. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2000. p. 45-71.

RODRIGUES, V. A. **Propagação vegetativa de Aroeira *Schinus terebinthifolius* Faddi Canela *Sassafras* *Ocotea pretiosa* Benth & Hook e Cedro *Cedrela fissilis* Vellozo através de estacas radiciais e caulinares**. 90f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná Curitiba, 1990.

SALOMÃO, L. C. C.; PEREIRA, W. E.; DUARTE, R. C. C.; SIQUEIRA, D. L. de. Propagação por estaquia dos maracujazeiros doce (*Passiflora alata* Dryand.) e amarelo (*P. edulis* f. *flavicarpa* O. Deg.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 163-167, 2002.

SAMPAIO, E. **Fisiologia vegetal: teoria e experimentos**. Ponta Grossa: UEPG, 2002.

SAMPAIO, V. R.; BARBIN, D. Propagação da pereira através de estacas folhosas em ambiente de nebulização. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba v. 40, n. 1, p. 509-517, 1983.

SANCHOTENE, M. C. C. **Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana**. Porto Alegre, FEPLAM, 1985.

SANTARELLI, E. G. Recuperação de mata ciliar: seleção de espécies e técnicas de implantação In: BALENSIEFER, M. **Recuperação de áreas degradadas: III Curso de atualização UFPR**. Curitiba: FUPEF, 1996. p. 101-105.

SANTOS, S. R. G.; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de branquilha (*Sebastiania commersoniana* (Bill.) Smith & Downs) em função do substrato e do regime de temperatura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 120-126, 2000.

SILVA, A. A. da. **Propagação vegetativa de essências florestais nativas**. Silvicultura em São Paulo, São Paulo, v. 16 A, PT. 2, p. 934-947, 1982.

SILVA, I. C. **Propagação Vegetativa de *Ocotea puberula* Benth & Hook e *Ocotea pretiosa* Nees pelo método de estaquia**. 110f. Dissertação (Mestrado em

Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1984.

SILVA, M. O. C. B. da. **Estaquia caular de *Ateleia glazioviana* Bailonm Leguminosae – Papilionoideae**. 101f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

SIRIL, E. A.; DHAR, U.; DHYANI, P. P. Seed germination of Chinese tallow tree (*Sapium sebiferum*). **Forest, Farm, and Community Tree Research Reports**, Morrilton, v. 3, p. 55-58, 1998.

SMITH, L. B.; DOWNS, R. J.; KLEIN, R. M. Euphorbiaceae. **Flora ilustrada Catarinense**, Itajaí, p. 319-325, 1988.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APGII. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005.

TAYLOR, S. E.; WILLIAMSON, E. M.; EVANS, F. J. Phorbol derivatives from *Sapium insigne*. **Phytochemistry**, Great Britain, v. 22, n. 5, p. 1231-1233, 1983.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TOFANELLI, M. B. D. **Enraizamento de estacas lenhosas e semilenhosas de cultivares de pessegueiro em diferentes concentrações de ácido indolbutírico**. Lavras, 1999, 87f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Lavras.

VEIERSKOV, B. Relations between carbohydrates and adventitious root formation. In: DAVIS, T.D; HAISSIG, B. E; SANKLHA, N. **Adventitious rooting formation in cuttings**. Portland: Dioscorides Press, p. 70-78, 1988.

VELLE, L. S.; KAPAN, M. A. C. *Sapium glandulatum* complex (Euphorbiaceae). In: ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, 72 (2).; 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, 2000. p. 293-294.

VIEIRA, I. G.; FERNANDES, G. D. Métodos de quebra de dormência de sementes. **Informativo Sementes**, IPEF, novembro, 1997. Disponível em: <<http://www.ipef.br/tecsementes/dormencia.asp>>. Acesso em: 17/10/07.

WEAVER, R. J. **Reguladores del crecimiento en la agriculture**. 2.ed. Barcelona: Trillas, 1982.

WENDLING I.; FERRARI, M. P.; DUTRA, L. F. Produção de mudas de corticeira-do-banhado por miniestaquia a partir de propágulos juvenis. **Comunicado técnico**, Colombo, n. 130, p. 1-5, 2005.

WISNIEWSKI, A. Observações sobre a borracha do gênero *Sapium*. **Boletim Técnico do Instituto do Norte**, Belém, p. 289-299, 1956.

XAVIER, A; SANTOS, G. A. Clonagem de espécies florestais nativas. In ROCHA, M. G. B. **Melhoramento de espécies arbóreas nativas**. Minas Gerais: Instituto Estadual de Florestas, 2002.

ZANETTE, F. **Propagação da pereira *Pirus comunis* Var. Garber por estaquia lenhosa**. 59f. Tese (Mestrado em Fitotecnia e Fitossanitarismo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.

ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RODRIGUES, J. D. **Estaquia**: uma abordagem dos principais aspectos fisiológicos. Curitiba: [K. C. Zuffellato-Ribas], 2001.

### 3 CAPÍTULO I: ÁCIDO INDOL BUTÍRICO E ÁCIDO NAFTALENO ACÉTICO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE BROTAÇÃO DE COPA DE *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax

#### RESUMO

*Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. (Euphorbiaceae), comumente conhecida como leiteiro, pode ser encontrada desde o Rio Grande do Sul até Minas Gerais, sendo uma árvore nativa potencialmente recomendada para a recuperação de ecossistemas degradados, devido principalmente à sua rusticidade e ornitocoria intensa. Uma vez que a espécie apresenta baixa germinação de sementes, a presente pesquisa tem como objetivo verificar o enraizamento de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax pela estaquia de brotações de copa de plantas matrizes adultas com a realização de coletas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera de 2006 e verão de 2007), no município de Morretes-PR. As estacas foram confeccionadas com cerca de 10 cm de comprimento e um par de folhas na porção apical, com sua área reduzida pela metade, submetidas a tratamentos com o uso dos reguladores vegetais ácido indol butírico e ácido naftaleno acético na forma de solução, por 10 segundos na base das estacas: 0, 2000, 4000, 6000, 8000 mgL<sup>-1</sup>. Foram avaliados o percentual de estacas enraizadas, número e comprimento das raízes formadas, percentual de estacas com calos, sobrevivência e mortalidade, em um delineamento experimental inteiramente casualizado com arranjo fatorial 2x5x4 (tipos de reguladores vegetais x concentrações dos reguladores vegetais x estações do ano) dos tratamentos, com 4 repetições e 15 estacas por unidade experimental. A estação mais promissora na formação do sistema radicial foi a primavera apresentando 8,33% de estacas enraizadas na concentração de 8000 mgL<sup>-1</sup> de IBA. Devido ao baixo enraizamento foi possível concluir a inviabilidade da propagação vegetativa por meio de estacas provenientes de brotação de copa.

Palavras-chave: leiteiro, espécie nativa brasileira, estaquia, auxinas.

### 3 CHAPTER I: USE OF INDOLEBUTYRIC ACID AND NAPHTALENE ACETIC ACID FOR CUTTING ROOTING COLLECTED FROM BUDS OF THE APEX OF TREES OF *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax

#### ABSTRACT

*Sapium glandulatum* (Vell.) Pax (Euphorbiaceae), known as leiteiro, occurs from Minas Gerais down to Rio Grande do Sul and is one of native species potentially recommended for recovery of degraded areas due mainly to its aptitude for seed dispersal by birds and rustic character. The specie has low seed germination, so the present work aimed to test the rooting of *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax by cuttings collected from buds of the apex of mature trees in four seasons (autumn, winter, spring 2006 and summer 2007), in Morretes City – PR. The cuttings were trimmed to 10 cm in length, with two leafs in apical region, with leaf areas reduced to the half. Indolebutyric acid (IBA) and naphtalene acetic acid were applied in the base of the cuttings at 0, 2000, 4000, 6000 and 8000 mgL<sup>-1</sup> for 10 seconds. The percentage of rooted cuttings, amount and root length, percentage of cuttings with callus, survival and mortality rate were evaluated in a experimental random delineation, with factorial range of the treatments: 2x5x4 (kinds of plant growth regulator x concentration of plant growth regulator x seasons), with four repetitions and 15 cuttings to each treatment. The best season for rooting was spring, with 8.33% of rooting when used 8000 mgL<sup>-1</sup> of IBA. It is concluded from this study that the vegetative propagation by cuttings collected from buds of the apex of mature trees is not indicated due to the low rooting.

**Key-words:** leiteiro, Brazilian native specie, cutting, plant growth regulator.

### 3.1 INTRODUÇÃO

Frente à necessidade de recuperação de ecossistemas degradados, matas ciliares e reservas legais, tem-se a demanda crescente de mudas de espécies nativas. Entretanto, muitas espécies deixam de ser utilizadas pelo desconhecimento de suas características silviculturais (SEITZ, 1976) ou ainda, por apresentarem problemas relacionados à produção e coleta de sementes, o que dificulta a propagação via seminal (HIRANO, 2004).

Basicamente, para a recuperação de áreas degradadas, são utilizadas mudas provenientes de sementes devido à maior facilidade de obtenção das mesmas e a maior facilidade na manutenção da variabilidade genética. No entanto, em algumas espécies florestais nativas se faz necessária a utilização da propagação vegetativa devido à baixa produção de sementes ou por dificuldades de germinação das mesmas (SANCHOTENE, 1985).

Para a recuperação dessas áreas com espécies de difícil regeneração por meios naturais, se faz necessário o desenvolvimento de técnicas que favoreçam a propagação vegetativa dessas espécies (SILVA, 1984). Conforme o mesmo autor, a propagação vegetativa, em linhas gerais, é a multiplicação de um vegetal a partir de tecidos que possuem capacidade de reassumir suas atividades meristemáticas. É a maneira mais rápida e segura de se obter uma nova planta com características iguais a do vegetal que a originou. Porém, para que a utilização das mudas no estabelecimento de povoamentos com fins ambientais seja tecnicamente aprovado, torna-se indispensável abranger a maior variabilidade genética possível, assim, deve-se coletar brotações de um maior número de plantas possível, levando em consideração uma distância mínima entre as matrizes (WENDLING *et al.*, 2005).

*Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, conhecida vulgarmente como leiteiro, pertencente à família Euphorbiaceae, é uma das nativas potencialmente recomendadas para recuperação de áreas degradadas, devido principalmente ao seu caráter pioneiro que propicia uma cobertura inicial do solo, facilitando assim a entrada de outras espécies.

O estudo da propagação vegetativa da espécie se faz necessário, podendo ser utilizado como uma alternativa à produção de mudas ou podendo substituir a propagação via semente, uma vez que SANCHOTENE (1985) e LORENZI (1992) relatam que a espécie *Sapium glandulatum* possui produção e taxa de germinação



das sementes extremamente baixa e, quando em ambiente adverso, perdem rapidamente a viabilidade. Segundo os mesmos autores, um dos métodos mais empregados para a propagação vegetativa da referida espécie é por meio de estacas.

De acordo com RIBAS (1997), para a produção de novas plantas, a estaquia é um dos processos mais importantes de propagação vegetativa, consistindo em um método economicamente viável. Entretanto, as espécies apresentam comportamento variável quanto à emissão de raízes, pois há estacas que emitem raízes com facilidade, outras com facilidade relativa e aquelas denominadas de difícil enraizamento (HARTMANN *et al.*, 2002).

A obtenção de plantas por estaquia é um processo lento e impraticável para algumas espécies que não possuem a composição química endógena necessária. Esse entrave pode ser resolvido com o emprego de alguns reguladores vegetais, especificamente do grupo das auxinas e de co-fatores do enraizamento, que além de estimularem e acelerarem o enraizamento das estacas uniformizam e induzem a formação de raízes em plantas tidas como de difícil enraizamento (ONO *et al.*, 1994; ZANETTE, 1995). Além disso, o sucesso na propagação de uma espécie por estacas varia, principalmente, de acordo com a época do ano, balanço hormonal, fase de desenvolvimento da planta, tipo e localização da estaca além de outras substâncias necessárias ao enraizamento (PEDRAS; SILVA, 1997).

HARTMANN *et al.* (2002) relatam que a estaca caular é o tipo mais importante, subdividido em quatro grupos de acordo com a natureza do lenho: estacas lenhosas (apresentam tecidos endurecidos); herbáceas (apresentam tecidos tenros); semilenhosas (apresentam-se num estágio intermediário entre os dois extremos).

As estacas semilenhosas em determinadas espécies têm apresentado capacidade superior de enraizamento (COUVILLON, 1988). ARAUJO *et al.* (1999) compararam diferentes padrões de estacas de limeira ácida “Tahiti” (*Citrus latifolia* Tanaka) verificando que o material de baixa lignificação (estacas semilenhosas) apresentou melhores índices de enraizamento.

Sendo assim, esta pesquisa teve como objetivos verificar o enraizamento de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax pela estaquia de brotações de copa de plantas

matrizes adultas com a realização de coletas nas quatro estações do ano, utilizando diferentes concentrações do ácido indol butírico e ácido naftaleno acético.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

A coleta do material vegetativo de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax foi realizada em área particular localizada no município de Morretes – PR apresentando coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) 7182374,63N e 715679,40E (DATUM SAD 69), e altitude aproximada de 23 m, estando aproximadamente a 60 km de Curitiba - PR. Pelo Sistema Internacional de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, isto é, clima caracterizado como subtropical com temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média do mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco freqüentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida.

O material vegetativo foi oriundo de brotações de copa coletadas de 74 plantas matrizes adultas, com cerca de 10 anos de idade, 20 a 30 cm de diâmetro à altura do peito (DAP), previamente marcadas e selecionadas (Anexo 1-A, B, C). Cada coleta foi realizada aproximadamente um mês após o início de cada estação do ano, conforme segue:

- Outono de 2006: 11/04/2006
- Inverno de 2006: 11/07/2006
- Primavera de 2006: 19/10/2006
- Verão de 2007: 30/01/2007

A metodologia utilizada para a realização da estaquia seguiu os procedimentos utilizados pela *Embrapa Florestas* descritos pelos autores TAVARES e GRAÇA (2000). As saídas a campo para coleta foram realizadas sempre nas primeiras horas da manhã, visando evitar a desidratação do material, onde foram coletadas brotações da copa, desprezando-se as porções terminais herbáceas, para confecção de estacas caulinares semilenhosas. O padrão de comprimento foi de 10 a 13 cm, com corte em bisel na base e corte reto na porção superior, onde foram mantidas duas folhas com área reduzida à metade, com objetivo de reduzir a perda de água pela transpiração foliar. Durante o processo de confecção, as estacas foram mantidas em baldes com água para evitar desidratação do material.

Como tratamento fitossanitário, as estacas ficaram submersas em hipoclorito de sódio a 0,5% por 5 minutos (ação bactericida), sendo posteriormente lavadas em água corrente por 5 minutos, e tratadas com Benomyl (0,25 gL<sup>-1</sup>) por 15 minutos

(ação fungicida). Em seguida, as bases das estacas foram imersas em soluções alcoólicas (50% v/v) em diferentes concentrações de ácido indol butírico (IBA), e em soluções aquosas de ácido naftaleno acético (NAA), por 10 segundos de imersão conforme os seguintes tratamentos (Anexo 2-B):

- T1 IBA 0 mgL<sup>-1</sup>
- T2 IBA 2000 mgL<sup>-1</sup>
- T3 IBA 4000 mgL<sup>-1</sup>
- T4 IBA 6000 mgL<sup>-1</sup>
- T5 IBA 8000 mgL<sup>-1</sup>
- T6 NAA 0 mgL<sup>-1</sup>
- T7 NAA 2000 mgL<sup>-1</sup>
- T8 NAA 4000 mgL<sup>-1</sup>
- T9 NAA 6000 mgL<sup>-1</sup>
- T10 NAA 8000 mgL<sup>-1</sup>

O IBA utilizado foi do Laboratório GibcoBRL e o NAA do Laboratório Sigma. O tratamento T1 (0 mgL<sup>-1</sup> IBA - testemunha) foi preparado somente com a utilização de água destilada e álcool (50% v/v), sem adição do regulador vegetal ácido indol butírico e o tratamento T6 (0 mgL<sup>-1</sup> NAA - testemunha) foi preparado somente com a utilização de água destilada, sem adição do regulador vegetal ácido naftaleno acético. O plantio foi realizado em tubetes de polipropileno com 75 cm<sup>3</sup>, contendo vermiculita de granulometria média e casca de arroz carbonizada como substrato, numa proporção de 1:1(v/v), mantidos em casa-de-vegetação climatizada com nebulização intermitente (>80% UR – umidade relativa e temperatura ao redor de 25°C) da *Embrapa Florestas*, em Colombo – PR (Anexo 2-C).

Por se tratar de uma Euphorbiaceae, na confecção das estacas, ocorre a exposição da medula, a qual pode servir de entrada de patógenos que poderão ocasionar sua podridão. Sendo assim, após uma semana em casa-de-vegetação, foi aplicada no ápice de todas as estacas tinta a base de água com Benomyl na concentração de 1,0 gL<sup>-1</sup> (ação fungicida) (Anexo 2-D).

Após 60 dias da instalação, tempo determinado em pesquisas realizadas por FERREIRA *et al.* (2001) com a mesma espécie, foram analisadas as seguintes variáveis:

- porcentagem de enraizamento (estacas vivas que apresentaram raízes de, no mínimo 1mm de comprimento, podendo ou não apresentar calos);
- número de raízes por estaca (total de raízes emitidas por estaca);
- comprimento das três maiores raízes por estaca (comprimento das três maiores raízes formadas por estaca, em cm);
- porcentagem de estacas com calos (estacas vivas, sem raízes, com formação de massa celular indiferenciada na base);
- porcentagem de sobrevivência (estacas vivas que não apresentaram indução radicial nem formação de calos);
- porcentagem de mortalidade (estacas que se encontravam com tecidos necrosados).

Os dados foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial 2x5x4 (tipos de reguladores vegetais x concentrações dos reguladores vegetais x estações do ano) dos tratamentos, com 4 repetições e 15 estacas por unidade experimental.

As variâncias dos tratamentos foram testadas quanto à homogeneidade pelo teste de Bartlett. As variáveis cujas variâncias se mostraram homogêneas foram submetidas à análise de variância e as que apresentaram diferenças significativas pelo teste de F tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e sua respectiva discussão foram apresentados por variável estudada, obedecendo a seqüência de porcentagem de enraizamento e de estacas com calos, número e comprimento médio das raízes formadas, porcentagem de sobrevivência e mortalidade das estacas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax.

Os testes de comparação de médias foram realizados somente para os fatores e interações dos mesmos que apresentaram efeitos significativos indicados na análise de variância. As tabelas com as comparações de médias estão organizadas conforme as interações entre os fatores que apresentaram efeitos significativos.

#### 3.3.1 Porcentagem de enraizamento e de estacas com calos

A interação tripla entre os fatores tipo de regulador vegetal, concentrações e estações do ano não foi estatisticamente significativa, porém a interação dupla entre concentrações de regulador vegetal e estações do ano foi, indicando que estes fatores são dependentes (Tabela 1). Sendo assim, o efeito da concentração do regulador vegetal utilizado, para a porcentagem de enraizamento, depende da estação do ano, e o tipo de regulador não possui influência para esta variável.

Tabela 1. Análise de variância (teste F) das porcentagens de enraizamento de estacas provenientes de brotação de copa de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.
Tipo de Regulador (A)	1	0,363 <sup>ns</sup>
Concentrações (B)	4	0,598 <sup>ns</sup>
Interação AxB	4	0,442 <sup>ns</sup>
Estações do ano (C)	3	3,908 <sup>**</sup>
Interação AxC	3	0,374 <sup>ns</sup>
Interação BxC	12	0,984 <sup>**</sup>
Interação AxBxC	12	0,504 <sup>ns</sup>
Erro	120	0,366
Total	159	
Coeficiente de variação (%)		48,01
Teste de Bartlett ( $\chi^2$ )		28,674 <sup>ns</sup>

\* = significativo a 5%

\*\*= significativo a 1%

<sup>ns</sup> = não significativo a 5%

Dados transformado por  $\sqrt{(x+1)}$

Na estação do inverno, para os dois tipos de reguladores vegetais, não ocorreu enraizamento das estacas, e o verão apresentou baixa porcentagem de enraizamento (Tabela 2). No verão, a espécie estava em fase reprodutiva, no início da formação dos frutos, com isso provavelmente o enraizamento foi prejudicado devido à translocação de carboidratos, proteínas, hormônios entre outros, para os frutos em desenvolvimento, ficando em quantidades insuficientes nos ramos para a formação de raízes adventícias. No inverno, devido as temperaturas mais baixas (Anexo 8, 9), ocorre a dormência das gemas, assim as plantas matrizes entraram em repouso vegetativo, consequentemente a concentração de auxina no interior dos ramos pode ter diminuído, uma vez que sua produção ocorre principalmente em tecidos em desenvolvimento vegetativo, deste modo, a indução de raízes adventícias pode ter sido comprometida.

Tabela 2 - Médias das porcentagens de estacas enraizadas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, para os reguladores vegetais IBA e NAA, provenientes de brotação de copa coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).

Estações do ano	Concentrações de IBA (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
Primavera	1,67 AB a	3,33 AB a	0,00 B b	6,67 A a	8,33 A a	4,00
Verão	0,00 A a	0,00 A a	0,00 A b	0,00 A b	1,67 A b	0,33
Outono	0,00 B a	0,00 B a	6,67 A a	0,00 B b	0,00 B b	1,33
Inverno	0,00 A a	0,00 A a	0,00 A b	0,00 A b	0,00 A b	0,00
Médias	0,42	0,83	1,67	1,67	2,50	
Estações do ano	Concentrações de NAA (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
Primavera	1,67 AB a	3,33 AB a	0,00 B a	0,00 B a	6,67 A a	2,33
Verão	0,00 A a	0,00 A a	0,00 A a	0,00 A a	0,00 A b	0,00
Outono	0,00 A a	3,34 A a	1,67 A a	0,00 A a	1,67 A ab	1,33
Inverno	0,00 A a	0,00 A a	0,00 A a	0,00 A a	0,00 A b	0,00
Médias	0,42	1,67	0,42	0,00	2,08	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal e da mesma letra minúscula na vertical não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

A maior porcentagem de enraizamento para IBA (8,33%) foi observada na primavera na concentração de 8000 mgL<sup>-1</sup> (Anexo 5-A), não diferindo estatisticamente da testemunha, porém diferindo das demais estações do ano, indicando assim, que a aplicação de IBA não influencia o enraizamento, e que

somente as estações do ano apresentaram efeito significativo na porcentagem de estacas enraizadas para a concentração de 8000 mgL<sup>-1</sup> (Tabela 2).

A maior porcentagem de enraizamento para NAA, também foi observada na primavera na concentração de 8000 mgL<sup>-1</sup>, com 6,67%, não diferindo estatisticamente da testemunha, indicando assim, que a aplicação de NAA também não influencia o enraizamento (Tabela 2).

O sucesso deste resultado, quando comparado com as outras estações do ano, provavelmente se deve ao fato de nesta época, as plantas matrizes encontraram-se em pleno crescimento vegetativo, com os ramos apresentando elevada atividade fisiológica e com grande quantidade de gemas e folhas jovens, as quais são fonte de auxinas, carboidratos e co-fatores do enraizamento. Assim, pode-se inferir que a quantidade de auxina endógena foi suficiente para o máximo de enraizamento para esse tipo de material vegetativo, explicando a ausência de diferença estatística entre a concentração 8000 mgL<sup>-1</sup> de IBA e NAA e a testemunha (0 mgL<sup>-1</sup>) na primavera.

PIMENTA (2003) e PIMENTA *et al.* (2005), estudando a mesma espécie, e testando três concentrações de IBA (0, 6000 e 12000 mgL<sup>-1</sup>) associado ou não à uniconazol nas quatro estações do ano, concluíram que as concentrações de IBA não influenciaram o enraizamento das estacas, porém numericamente a maior porcentagem de enraizamento obtida pelos autores foi na concentração de 6000 mgL<sup>-1</sup> IBA + 100 mgL<sup>-1</sup> de uniconazol (11,3%) e na presente pesquisa a porcentagem numericamente maior de enraizamento foi na concentração de 8000 mgL<sup>-1</sup> IBA (8,33%). Para a concentração de 6000 mgL<sup>-1</sup> IBA, a presente pesquisa, apresentou 6,67% de estacas enraizadas (Tabela 2). Essa diferença de enraizamento pode ter ocorrido devido os autores PIMENTA (2003) e PIMENTA *et al.* (2005) utilizarem um co-fator de enraizamento (uniconazol), que, segundo os mesmos influenciam no enraizamento da espécie *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax.

Os mesmos autores relatam que a primavera foi à estação do ano que melhor induziu a formação de raízes adventícias, concordando assim com os resultados obtidos nessa pesquisa. Entretanto, os mesmos autores não obtiveram enraizamento nas demais estações do ano e relatam que a ausência de enraizamento ocorreu devido a manutenção das estacas na casa-de-vegetação durante o período de enraizamento, e não as épocas de coleta dos ramos.



FERREIRA *et al.* (2001), em experimentos com a mesma espécie, relatam que a estação do ano que melhor favoreceu o enraizamento de estacas foi o verão, apresentando o melhor resultado (28%) em concentrações mais baixas de IBA (4000 mgL<sup>-1</sup> em solução), discordando assim com os resultados apresentados na presente pesquisa, com relação à melhor época para a coleta de ramos de brotação de copa.

Contudo, essa diferença entre as estações do ano pode estar relacionada à localização das matrizes utilizadas para a coleta dos ramos, onde FERREIRA *et al.* (2001), utilizaram matrizes localizadas em área de clima Cfb (clima mesotérmico sempre úmido com verões brandos), enquanto as matrizes utilizadas na presente pesquisa estão localizadas em área de clima Cfa (clima mesotérmico sempre úmido com verões quentes). Sendo assim, a estação da primavera na presente pesquisa pode ter apresentado temperaturas mais elevadas em comparação às obtidas, para a mesma estação, no trabalho realizado por FERREIRA *et al.* (2001), induzindo antecipadamente a formação de gemas e folhas jovens, as quais são importantes fontes de auxina endógena.

Essa variação de resultados dentro da mesma espécie evidencia a influencia de fatores externos no enraizamento de estacas provenientes de brotação de copa, pois as plantas matrizes utilizadas nos experimentos citados acima são provenientes de locais diferentes, onde as condições de clima, solo e pluviosidade, são diferentes, acarretando assim respostas distintas de enraizamento entre as estações do ano e as concentrações de auxina utilizadas.

GOMES (1986) confirma essa influência, relatando que vários são os fatores que estão envolvidos no processo de enraizamento de estacas, tanto fatores exógenos como endógenos, tais como o estado fisiológico, a maturação, o tipo de propágulo, a umidade, a temperatura, a luz e o substrato, influenciam a capacidade de enraizamento.

Mesmo a primavera apresentando os maiores resultados para porcentagem de enraizamento, no geral o enraizamento em todas as estações foi baixo. Esse resultado se deve provavelmente à maturidade das brotações utilizadas. Árvores adultas podem diminuir a capacidade de formar raízes com o aumento da idade, pois ramos maduros tendem a ter menor concentração de auxina (HARTMANN *et al.*, 2002). Além disso, estudos anatômicos em estacas, provenientes de brotação de

copa de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax comprovam que não há barreiras físicas que dificultam a passagem dos primórdios radiciais (FERREIRA *et al.*, 2001).

Para a variável porcentagem de estacas com calos não foi realizada a análise estatística devido à grande quantidade de valores nulos. Apenas as concentrações de 4000 e 8000 mgL<sup>-1</sup> de NAA, na estação da primavera, apresentaram estacas com calos com 1,67% e 3,33%, respectivamente. A melhor resposta para a formação de calos, na estação da primavera também foi observado por KNAPIK *et al.* (2003), trabalhando com *Tibouchina pulchra*.

A estação da primavera poderia apresentar uma maior porcentagem de enraizamento se as estacas permanecessem um maior tempo no leito de enraizamento, uma vez que calos são massas de células indiferenciadas, que podem ou não vir a se tornar uma raiz.

### 3.3.2 Número e comprimento das raízes formadas

Para o número de raízes formadas por estaca e comprimento médio das três maiores raízes formadas por estaca, a análise de variância revelou que as interações entre os fatores tipo de regulador vegetal, concentrações e estações do ano, não foram estatisticamente significativas, indicando que os fatores são independentes, e que apenas para o fator estações do ano apresentou efeito significativo, revelando que somente as estações do ano exercem influência sobre as duas variáveis analisadas (Tabela 3).

Tabela 3. Análise de variância (teste F) do número de raízes e comprimento médio das três maiores raízes por estaca (cm) provenientes de brotação de copa de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.	
		NÚMERO	COMPRIMENTO
Tipo de Regulador (A)	1	1,073 <sup>ns</sup>	1,634 <sup>ns</sup>
Concentrações (B)	4	0,834 <sup>ns</sup>	3,748 <sup>ns</sup>
Interação AxB	4	0,598 <sup>ns</sup>	4,504 <sup>ns</sup>
Estações do ano (C)	3	6,068**	25,694**
Interação AxC	3	1,944 <sup>ns</sup>	4,415 <sup>ns</sup>
Interação BxC	12	1,182 <sup>ns</sup>	3,539 <sup>ns</sup>
Interação AxBxC	12	0,518 <sup>ns</sup>	3,172 <sup>ns</sup>
Erro	120	1,278	287,5
Total	159		
Coeficiente de variação (%)		406,42	287,50
Teste de Bartlett ( $\chi^2$ )		12,518 <sup>ns</sup>	25,52 <sup>ns</sup>

\* = significativo a 5%

\*\*= significativo a 1%

<sup>ns</sup> = não significativo a 5%

Para o regulador vegetal ácido indol butírico, a melhor estação do ano para a variável número de raízes formadas por estaca foi a primavera, com 1,24 raízes por estaca, diferindo estatisticamente das demais estações (Tabela 4).

Tabela 4 - Médias do número de raízes por estacas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, para os reguladores vegetais IBA e NAA, provenientes de brotação de copa coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).

Estações do ano	Concentrações de IBA (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
Primavera	1,00	0,63	0,00	2,38	2,20	1,24 a
Verão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,05 b
Outono	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,15 b
Inverno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 b
Médias	0,25	0,16	0,19	0,59	0,61	
Estações do ano	Concentrações de NAA (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
Primavera	0,25	0,50	0,00	0,00	1,43	0,44 a
Verão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 a
Outono	0,00	0,75	0,50	0,00	0,50	0,35 a
Inverno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 a
Médias	0,06	0,31	0,13	0,00	0,48	

Médias seguidas da letra minúscula na vertical não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Para o regulador vegetal ácido naftaleno acético, mesmo não diferindo estatisticamente, a primavera apresentou numericamente o maior valor para número de raízes com 0,44 raízes por estaca (Tabela 4).

As tabelas de comparação de médias mostram no geral que a primavera foi a estação do ano, para ambos os reguladores vegetais, que apresentou os maiores valores para a variável número de raízes por estaca, sendo o IBA numericamente maior para esta variável apresentando média de 1,24 raízes/estaca.

Não há dados de literatura que permitam a comparação entre as estações do ano com outros resultados para esta variável referentes à espécie. Para cróton (*Codiaeum variegatum* L.), pertencente à mesma família botânica que a espécie *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, o melhor resultado para variável número de raízes por estaca foi de 8 raízes/estaca no inverno (TILLMANN *et al.*, 1994).

A análise estatística não indicou influência das concentrações dos reguladores para esta variável. Em outras espécies as concentrações exercem influência para o número de raízes formadas, como para *Platanus acerifolia* e *Nerium oleander* (NICOLOSO *et al.*, 1999; ROCHA *et al.*, 2004).

Como para a variável número de raízes formadas por estacas, a primavera também foi à melhor estação do ano para comprimento médio das três maiores raízes por estaca, apresentando 2,27 cm para o regulador vegetal IBA diferindo estatisticamente das demais estações (Tabela 7) e 1,13 cm para o regulador vegetal NAA que não apresentou diferença significativa entre as estações do ano (Tabela 5). Os melhores resultados para esta variável obtidos na primavera são decorrentes do efeito positivo da estação para a formação do sistema radicial.

Tabela 5 - Médias do comprimento médio das três maiores raízes formadas por estaca (cm) de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, para os reguladores vegetais IBA e NAA, provenientes de brotação de copa coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).

Estações do ano	Concentrações de IBA (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
Primavera	1,68	0,30	0,00	4,88	4,48	2,27 a
Verão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,10 b
Outono	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,08 b
Inverno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 b
Médias	0,42	0,08	0,1	1,22	1,24	
Estações do ano	Concentrações de NAA (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
Primavera	0,88	2,35	0,00	0,00	2,41	1,13 a
Verão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 a
Outono	0,00	1,35	0,44	0,00	0,74	0,51 a
Inverno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 a
Médias	0,22	0,93	0,11	0,00	0,79	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Há poucos dados na literatura que permitam a comparação entre as estações do ano com outros resultados para esta variável referentes à espécie. Porém, CUNHA *et al.* (2004), trabalhando com a mesma espécie somente na estação da primavera, relata que maiores concentração de reguladores vegetais promovem uma maior velocidade de emissão de raízes, comprimento total de raízes (cerca de 15 cm) e comprimento da maior raiz (cerca de 8cm).

### 3.3.3 Porcentagem de estacas vivas e mortas

A interação tripla entre os fatores tipo de regulador vegetal, concentrações e estações do ano não foi estatisticamente significativa, porém a interação dupla entre tipo de regulador vegetal e estações do ano foi estatisticamente significativa para as duas variáveis, indicando que estes fatores são dependentes (Tabela 6). Sendo assim, o efeito do tipo de regulador vegetal utilizado, para a porcentagem de sobrevivência e mortalidade, depende da estação do ano, e as concentrações dos reguladores vegetais não influenciam na resposta para as variáveis apresentadas.

Tabela 6. Análise de variância (teste F) para porcentagens de estacas vivas e mortas provenientes de brotação de copa de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.	
		VIVAS <sup>1</sup>	MORTAS <sup>2</sup>
Tipo de Regulador (A)	1	7,846*	134,432**
Concentrações (B)	4	2,334 <sup>ns</sup>	9,798 <sup>ns</sup>
Interação AxB	4	0,564 <sup>ns</sup>	5,979 <sup>ns</sup>
Estações do ano (C)	3	95,564**	1483,326**
Interação AxC	3	6,483**	103,707**
Interação BxC	12	2,260 <sup>ns</sup>	16,926 <sup>ns</sup>
Interação AxBxC	12	1,339 <sup>ns</sup>	20,140 <sup>ns</sup>
Erro	120	1,233	11,970
Total	159		
Coeficiente de variação (%)		44,91	6,90
Teste de Bartlett ( $\chi^2$ )		50,764 <sup>ns</sup>	48,416 <sup>ns</sup>

\* = significativo a 5%

\*\*= significativo a 1%

<sup>ns</sup> = não significativo a 5%

<sup>1</sup> Dados transformado por  $\sqrt{(x+1)}$

<sup>2</sup> Dados transformado por  $(x+10)^{1/2}$

A primavera foi a estação do ano que melhor favoreceu a sobrevivência das estacas para os dois tipos de reguladores vegetais. Para o NAA a primavera apresentou diferença significativa com as demais estações do ano em todas as concentrações, com exceção da concentração 8000 mgL<sup>-1</sup> a qual, o outono apresentou maior valor, porém não diferindo estatisticamente da primavera. Já para o IBA a comparação de médias revelou que a primavera apresentou diferenças significativas com todas as demais estações do ano apenas nas concentrações de 4000 e 6000 mgL<sup>-1</sup> (Tabela 7).

Para o tipo de regulador vegetal observa-se que o ácido naftaleno acético apresentou os melhores resultados para porcentagem de sobrevivência para todas as concentrações na primavera, porém somente nas concentrações de 0, 2000 mgL<sup>-1</sup> o NAA mostrou-se estatisticamente superior em relação as mesmas concentrações de IBA (Tabela 7).

Tabela 7 - Médias das porcentagens de estacas vivas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, para as concentrações de 0, 2000, 4000, 6000 e 8000 mgL<sup>-1</sup>, provenientes de brotação de copa coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).

Concentração de 0 mgL <sup>-1</sup>			
Estações do ano	Regulador vegetal		Médias
	IBA	NAA	
Primavera	18,33 B a	40,00 A a	29,17
Verão	6,67 A ab	5,00 A b	5,83
Outono	8,34 A ab	8,33 A b	8,33
Inverno	1,67 A b	0,00 A b	0,83
Médias	8,75	13,33	
Concentração de 2000 mgL <sup>-1</sup>			
Estações do ano	Regulador vegetal		Médias
	IBA	NAA	
Primavera	10,00 B a	33,33 A a	21,67
Verão	5,00 A a	1,67 A b	3,34
Outono	6,67 A a	3,34 A b	5,00
Inverno	0,00 A a	1,67 A b	0,83
Médias	5,42	10,00	
Concentração de 4000 mgL <sup>-1</sup>			
Estações do ano	Regulador vegetal		Médias
	IBA	NAA	
Primavera	20,00 A a	31,67 A a	25,83
Verão	1,67 A b	0,00 A b	0,83
Outono	0,00 A b	6,67 A b	3,33
Inverno	0,00 A b	5,00 A b	2,50
Médias	5,42	10,83	
Concentração de 6000 mgL <sup>-1</sup>			
Estações do ano	Regulador vegetal		Médias
	IBA	NAA	
Primavera	25,00 A a	35,00 A a	30,00
Verão	0,00 A b	1,67 A b	0,83
Outono	6,67 A b	5,00 A b	5,84
Inverno	0,00 A b	1,67 A b	0,83
Médias	7,92	10,83	
Concentração de 8000 mgL <sup>-1</sup>			
Estações do ano	Regulador vegetal		Médias
	IBA	NAA	
Primavera	11,67 A a	13,33 A a	12,50
Verão	1,67 A a	0,00 A b	0,83
Outono	5,00 A a	15,00 A ab	10,00
Inverno	1,67 A a	0,00 A b	0,83
Médias	5,00	7,08	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal e da mesma letra minúscula na vertical não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Na tabela de médias, a melhor resposta para a variável porcentagem de sobrevivência foi observada na concentração  $0 \text{ mgL}^{-1}$  de NAA (testemunha) na primavera, com 40% de estacas vivas, valor que diferiu estatisticamente da mesma concentração de IBA e também apresentou diferença significativa entre a primavera e as outras estações do ano (Tabela 7).

A primavera também apresentou os melhores resultados para a sobrevivência das estacas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax nos experimentos realizados por PIMENTA *et al.* (2005), onde a maior porcentagem obtida foi de 10%. A maior porcentagem de sobrevivência na presente pesquisa foi de 40%, essa porcentagem pode indicar que um maior tempo de permanência no leito de enraizamento pode aumentar a porcentagem de estacas enraizadas. CUNHA *et al.* (2004), trabalhando com estacas provenientes de brotação do ano da mesma espécie, obtiveram enraizamento superior (52%) comparada a obtida nesse experimento, mantendo as estacas por 120 dias antes da realização das avaliações.

Para a variável porcentagem de mortalidade, as estações do verão e inverno apresentaram os maiores valores, apresentando até 100% de estacas mortas para algumas concentrações e tipos de reguladores vegetais (Tabela 11). Para o IBA não houve diferença estatística entre as estações do ano, e para o NAA, o verão e inverno diferiram estatisticamente somente da primavera, para as concentrações de 0, 2000, 4000  $\text{mgL}^{-1}$ .

Considerando o tipo de regulador vegetal, o ácido naftaleno acético apresentou as menores porcentagens de mortalidade para todas as concentrações na primavera, porém para as concentrações 6000 e 8000  $\text{mgL}^{-1}$  não houve diferença significativa entre NAA e IBA (Tabela 8).



Tabela 8 - Médias das porcentagens de estacas mortas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, para as concentrações de 0, 2000, 4000, 6000 e 8000 mgL<sup>-1</sup>, provenientes de brotação de copa coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).

Concentração de 0 mgL <sup>-1</sup>			
Estações do ano	Regulador vegetal		Médias
	IBA	NAA	
Primavera	80,00 A b	58,33 B b	69,17
Verão	93,34 A a	95,00 A a	94,17
Outono	91,67 A ab	91,67 A a	91,67
Inverno	98,33 A a	100,00 A a	99,17
Médias	90,83	86,25	
Concentração de 2000 mgL <sup>-1</sup>			
Estações do ano	Regulador vegetal		Médias
	IBA	NAA	
Primavera	86,67 A b	63,33 B b	75,00
Verão	95,00 A ab	98,33 A a	96,67
Outono	93,33 A ab	93,33 A a	93,33
Inverno	100,00 A a	98,33 A a	99,17
Médias	93,75	83,33	
Concentração de 4000 mgL <sup>-1</sup>			
Estações do ano	Regulador vegetal		Médias
	IBA	NAA	
Primavera	80,00 A b	66,67 B b	73,33
Verão	98,33 A a	100,00 A a	99,17
Outono	93,34 A a	91,67 A a	92,50
Inverno	100,00 A a	95,00 A a	97,50
Médias	92,92	83,33	
Concentração de 6000 mgL <sup>-1</sup>			
Estações do ano	Regulador vegetal		Médias
	IBA	NAA	
Primavera	68,34 A b	65,00 A b	66,67
Verão	100,00 A a	98,33 A a	99,17
Outono	93,33 A a	95,00 A a	94,17
Inverno	100,00 A a	98,33 A a	99,17
Médias	90,42	89,17	
Concentração de 8000 mgL <sup>-1</sup>			
Estações do ano	Regulador vegetal		Médias
	IBA	NAA	
Primavera	80,00 A b	76,67 A b	78,33
Verão	96,67 A a	100,00 A a	98,33
Outono	95,00 A a	83,33 A b	89,17
Inverno	98,33 A a	100,00 A a	99,17
Médias	92,50	90,00	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal e da mesma letra minúscula na vertical não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade

Por meio dos resultados apresentados, observa-se que o menor valor para a variável porcentagem de mortalidade na concentração 0 mgL<sup>-1</sup> de NAA (testemunha) na primavera, foi de 58,33% de estacas mortas, valor que diferiu estatisticamente da mesma concentração de IBA e também apresentou diferença significativa entre a primavera e as outras estações do ano (Tabela 8).

Os resultados, com relação à estação do ano, diferiram dos apresentados por FERREIRA *et al.* (2001), onde ocorreu a mortalidade de 100% das estacas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax na primavera. Entretanto, os mesmos autores relatam que a causa da alta mortalidade nesta estação foi devido à abscisão precoce das folhas das estacas, uma vez que as folhas são regiões de síntese de auxina e nutrientes, fundamentais para as reações metabólicas das estacas.

As estações do verão e inverno apresentaram os maiores índices de mortalidade das estacas, chegando a 100% em algumas concentrações. Essa alta mortalidade encontrada no verão e inverno também foi observada por PIMENTA (2003) onde obteve cerca de 100% de estacas mortas em todos os tratamentos nestas estações.

Essa característica da espécie, de apresentar alta porcentagem de estacas mortas pode estar relacionada à queda precoce das folhas, esse fato foi observado por alguns estudos com a espécie *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, os quais também apresentaram, na média, altos valores de estacas mortas (FERREIRA *et al.*, 2001; PIMENTA, 2003). Na presente pesquisa pode-se verificar visualmente que as estacas perderam suas folhas após cerca de 10 dias da instalação dos experimentos em todas as estações do ano.

A queda precoce das folhas, além de prejudicar o enraizamento, pode comprometer a sobrevivência das estacas pela escassez de açúcares, proteínas e hormônios, substratos essenciais para as reações metabólicas das estacas (ANTUNES *et al.*, 1996; FERREIRA *et al.*, 2001). HARTMANN *et al.* (2002) relatam que a presença de folhas em estacas semilenhosas, que possuem pouca reserva, é muito importante para a formação de novas raízes.

### 3.4 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi desenvolvido o experimento de estaquia proveniente de brotações de copa, coletadas nas quatro estações do ano em plantas matrizes adultas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, foi possível concluir a inviabilidade da técnica de estaquia de brotações de copa, mesmo com a aplicação de ácido indol butírico e ácido naftaleno acético.

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, J. A. S.; HOFFMANN, A.; RAMOS, J. D.; CHALFUN, N. N. J.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. F. Efeito do método de aplicação e de concentrações do ácido indol butírico no enraizamento de estacas semilenhosas de *Pyrus calleryana*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 18, n. 3, p. 371-376, 1996.
- ARAÚJO, P. S. R.; MOURÃO-FILHO, F. O. A.; SILVA, J. O. F.; BARBANO, M. T. Enraizamento de estacas de limeira ácida "Tahiti" coletadas em diferentes posições na árvore. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 2, 1999.
- COUVILLON, G. A. Rooting responses to different treatments. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 227, p. 187-196, 1988.
- CUNHA, A. C. M. C. M. da; WENDLING, I; JÚNIOR, L.S. Influência da concentração do regulador de crescimento para enraizamento AIB na formação de mudas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. por estaquia. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 49, p. 17-29, jul./dez., 2004.
- FERREIRA, B. G. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; CARPANEZZI, A. A.; TAVARES, F. R.; BOEGER, M. R. T.; KOEHLER, H. S. Enraizamento de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. pela aplicação de ácido indol butírico e ácido bórico. **Leandra**, Rio de Janeiro, n. 16, p. 11-16, 2001.
- GOMES, A. L. **Propagação clonal: princípios e particularidades**. VilaReal: Universidade de trás-dos-Montes e Alto Douro, 1986. 67 p. (Série Didática. Ciências aplicadas, 1.).
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIS JÚNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant Propagation: Principles and Practices**. 7. ed. New York: Englewood Clippis, 2002.
- HIRANO, E. **Maturação fisiológica, tolerância à dessecação e conservação de sementes de lauráceas da Mata de Araucária de Santa Catarina**. 132f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.
- KNAPIK, J. G.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; CARPANEZZI, A. A.; TAVARES, F. R.; KOEHLER, H. S. Influência da época e da aplicação de ácido indol butírico na propagação por estaquia da *Tibouchina pulchra* (Cham.) Cogn. (quaresmeira). **Iheringia**, Porto Alegre, v. 58, n. 2, p. 171-179, jul./dez., 2003.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992.
- NICOLOSO, F. T.; LAZZARI, M.; FORTUNATO, R. P. Propagação vegetativa de *Platanus acerifolia* Ait: (II) efeito da aplicação de zinco, boro, e ácido indolbutírico no enraizamento de estacas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.3, p.487-492, 1999.

ONO, E. O. A.; RODRIGES, J. D.; PINHO, S. Z. Ação de auxinas e/ou boro, no processo de formação de raízes em estacas de café (*Coffea arabica* L. CV. "Mundo Novo"). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.37, n.1, p.157-166, 1994.

PEDRAS, J. F.; SILVA, C. P. Produção de raízes em estacas de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.), nas diferentes épocas do ano, em função dos tratamentos com auxinas sintéticas e ácido bórico. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 48., 1997, Crato. **Resumos...** Crato, 1997. p. 378.

PIMENTA, A. C. **Interações entre reguladores vegetais, épocas do ano e tipo de substrato no enraizamento de estacas caulinares de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax.** 56f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

PIMENTA, A. C.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; OLIVEIRA, B. H.; CARPANEZZI, A. A.; KOEHLER, H. S. Interações entre reguladores vegetais, épocas do ano e tipo de substrato no enraizamento de estacas caulinares de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 50, p.53-67, jan./jun., 2005.

RIBAS, K. C. **Interações entre auxinas e co-fatores do enraizamento na promoção do sistema radicular, em estacas de *Eucalyptus grandis* W. Hiss ex Maiden.** 150f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas); Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

ROCHA, S. C. da; QUISEN, R. C.; QUEIROZ, J. A. L. de; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Propagação de espiroleira pela técnica de estaquia. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 5, n. 1-2, p. 73-77, 2004.

SANCHOTENE, M. C. C. **Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana.** Porto Alegre, FEPLAM, 1985.

SEITZ, R. **Algumas características ecológicas e silviculturais do vassourão branco.** 114f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1976.

SILVA, I. C. **Propagação Vegetativa de *Ocotea puberula* Benth & Hook e *Ocotea pretiosa* Nees pelo método de estaquia.** 110f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1984.

TAVARES, F. R.; GRAÇA, M. E. C. Materiais e procedimentos para a produção de mudas por estaquia In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivas e ambientais:** um guia para ações municipais e regionais. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo: Embrapa Florestas, 2000. p. 199-208.

TILLMANN, M. A. A.; CAVARIANI, C.; PIANA, Z.; MINAMI, K. Comparação entre diversos substratos no enraizamento de estacas de cróton (*Codiaeum variegatum* L.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 51, n. 2, p. 17-20, jan./abr., 1994.

WENDLING I.; FERRARI, M. P.; DUTRA, L. F. Produção de mudas de corticeira-do-banhado por miniestaquia a partir de propágulos juvenis. **Comunicado técnico**, Colombo, n. 130, p. 1-5, 2005.

ZANETTE, F. **Propagação da pereira *Pirus comunis* var. Garber por estaquia lenhosa**. 59f. Tese (Mestrado em Fitotecnia e Fitossanitarismo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.

#### 4 CAPÍTULO II: ÁCIDO INDOL BUTÍRICO E ÁCIDO NAFTALENO ACÉTICO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE BROTAÇÃO PROVENIENTE DA PODA DE *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax

##### RESUMO

*Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. (Euphorbiaceae), comumente conhecida como leiteiro, é uma árvore nativa presente em vários biomas brasileiros, de grande importância para a recuperação de ecossistemas degradados, devido principalmente ser uma espécie colonizadora. Entretanto, sua propagação sexuada possui certas dificuldades, uma vez que apresenta a maioria das flores masculinas e a porcentagem de germinação de sementes baixa. Sendo assim, a presente pesquisa teve como objetivo verificar o enraizamento de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax pela estaquia de brotações provenientes da poda de plantas matrizes adultas com a realização de coletas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera de 2006 e verão de 2007), no município de Morretes-PR. As brotações foram obtidas de podas realizadas aproximadamente a 1,20 m do solo, mantendo em cada planta matriz um galho. As estacas foram confeccionadas com cerca de 10 cm de comprimento e um par de folhas na porção apical, com sua área reduzida pela metade, submetidas a tratamentos com o uso dos reguladores vegetais ácido indol butírico e ácido naftaleno acético na forma de solução por 10 segundos nas bases das estacas: 0, 2000, 4000, 6000, 8000 mgL<sup>-1</sup>. Foram avaliados o percentual de estacas enraizadas, número e comprimento das raízes formadas, percentual de estacas com calos, sobrevivência e mortalidade, em um delineamento experimental inteiramente casualizado com arranjo fatorial 2x5x4 (tipos de reguladores vegetais x concentrações dos reguladores vegetais x estações do ano) dos tratamentos, com 4 repetições e 15 estacas por unidade experimental. A estação mais promissora na formação do sistema radicial foi o inverno apresentando 23,34% de estacas enraizadas na concentração de 6000 mgL<sup>-1</sup> de IBA e 4000 e 8000 mgL<sup>-1</sup> de NAA. A utilização de estacas oriundas de brotação proveniente da poda apresenta baixa porcentagem de enraizamento não sendo recomendada para a propagação vegetativa da espécie.

Palavras-chave: leiteiro, estaquia, rejuvenescimento, auxinas.

#### 4 CHAPTER II: USE OF INDOLEBUTYRIC ACID AND NAPHTALENE ACETIC ACID FOR CUTTING ROOTING COLLECTED FROM BUDS AFTER PRUNING OF TREES OF *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax

##### ABSTRACT

*Sapium glandulatum* (Vell.) Pax (Euphorbiaceae), known as leiteiro, is a native tree found in different Brazilian plant formations. Due mainly to its pioneer character, is very important for recovery of degraded ecosystems. However, the sexual propagation is not common because almost every flower is male and the percentage of seed germination is low. Thus, the present work aimed to test the rooting of *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax by cuttings from buds after pruning from mature trees collected in four seasons (autumn, winter, spring 2006 and summer 2007), in Morretes City – PR. The buds were obtained from pruning made with 1,20 m of height, with a branch in each tree. The cuttings were trimmed to 10 cm in length, with two leafs in apical region, with leaf areas reduced to the half. Indolebutyric acid (IBA) and naphthalene acetic acid were applied in the base of the cuttings at 0, 2000, 4000, 6000 and 8000 mgL<sup>-1</sup> for 10 seconds. The percentage of rooted cuttings, amount and root length, percentage of cuttings with callus, survival and mortality rate were evaluated in a experimental random delineation, with factorial range of the treatments: 2x5x4 (kinds of plant growth regulator x concentration of plant growth regulator x seasons), with four repetitions and 15 cuttings to each treatment. The best season for rooting was winter, with 23,34% of rooting when used 6000 mgL<sup>-1</sup> of IBA and 4000 and 8000 mgL<sup>-1</sup> of NAA. It is concluded from this study that the vegetative propagation of *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax by cuttings collected from buds after pruning is not indicated due to the low rooting.

**Key-words:** leiteiro, cutting, technique rejuvenation, plant growth regulator.



## 4.1 INTRODUÇÃO

A preocupação em recuperar áreas degradadas está ligada a fatores como a recomposição da paisagem, a conservação de recursos hídricos, a fixação e a conservação da fauna e da flora, a preservação das encostas, a contenção da erosão, a prevenção de assoreamentos dos cursos d'água e o cumprimento da legislação ambiental vigente (GLUFKE, 1999).

Muitos fatores envolvem um programa de revegetação e, dentre os mais importantes, está a produção de mudas de espécies nativas. No entanto, apesar dos esforços e dos conhecimentos já acumulados sobre essas espécies, muitos questionamentos ainda existem e pouco se sabe sobre elas.

A espécie arbórea *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax (Euphorbiaceae), conhecida vulgarmente como leiteiro, ocorre desde o sul do Rio Grande do Sul até o sul de Minas Gerais, em biomas variados como florestas estacionais, florestas ombrófilas densas e mistas (REITZ *et al.*, 1983; SANCHOTENE, 1985; LORENZI, 1992). Apesar de seu potencial na recuperação de ecossistemas degradados, devido principalmente à sua rusticidade e ornitocoria intensa, a espécie apresenta baixo poder de germinação de sementes além de possuir maior número de flores masculinas (SANCHOTENE, 1985; LORENZI, 1992). Os mesmos autores recomendam sua propagação vegetativa via estaquia, a qual pode ser utilizada como alternativa à produção de mudas ou podendo substituir a propagação via semente, sendo um dos métodos mais empregado para a referida espécie.

LEONEL *et al.* (1994), relatam que esta técnica permite o início da produção em menor espaço de tempo, quando os propágulos são de origem adulta, já que as estacas não passam pela juvenilidade, fase que ocorre nas plantas produzidas via semente, além da manutenção das boas características das plantas matrizes.

Para a otimização da técnica de estaquia, são utilizadas substâncias que estimulam o enraizamento, sendo, na sua maioria, pertencentes ao grupo das auxinas, como o ácido indol butírico e ácido naftaleno acético (HARTMANN *et al.*, 2002)

Vários são os fatores que influenciam o enraizamento de estacas, como nutrição mineral da planta matriz, maturação, juvenilidade, reguladores vegetais, luminosidade, temperatura, umidade e técnica de propagação empregada. Dentre

estes fatores, a maturação e juvenilidade tornam-se fundamentais para o sucesso do enraizamento de estacas (WENDLING, 1999).

BORGES JÚNIOR e MARTINS-CORDER (2002) relatam que a idade da planta doadora é de fundamental importância, uma vez que em muitas espécies arbóreas, como a acácia negra, o processo de maturidade possui correlação negativa com o potencial de formação de raízes adventícias. Desta forma, deve-se explorar a maior capacidade de enraizamento de material juvenil, por meio de rejuvenescimento de partes aéreas de plantas adultas.

Os ramos da copa maduros apresentam dificuldade em emitir raízes devido ao balanço hormonal diferente daquele que a planta apresenta no estado juvenil, com necessidade de técnicas especiais para reversão à juvenilidade e resgate de condições favoráveis ao enraizamento e crescimento (COUVILLON, 1988).

BORGES JÚNIOR *et al.* (2004) evidenciam que a prática do corte de árvores, e utilização das brotações é eficiente para o rejuvenescimento do material adulto. O rejuvenescimento de material vegetativo adulto permite a obtenção de melhores resultados na propagação vegetativa de espécies arbóreas difíceis de enraizar (BIASI, 1996).

Partes rejuvenescidas de plantas adultas são importantes para viabilizar a propagação vegetativa de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, uma vez que ramos adultos apresentam baixas porcentagens de enraizamento (FERREIRA *et al.* 2001; PIMENTA *et al.*, 2005).

Sendo assim, a presente pesquisa teve como objetivos verificar o enraizamento de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax pela estaquia de brotações rejuvenescidas de plantas matrizes adultas, oriundas de podas realizadas previamente, com a realização de coletas nas quatro estações do ano e utilização de diferentes concentrações de ácido indol butírico e ácido naftaleno acético.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização dos experimentos foram utilizadas brotações provenientes da poda de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, coletadas em área localizada no município de Morretes- PR apresentando coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) 7182374,63N e 715679,40E (DATUM SAD 69), altitude aproximada de 23 m, estando aproximadamente 60 Km de Curitiba – PR (Anexo 1-A, B, C).

Segundo o Sistema Internacional de Köeppen, o clima da região é do tipo Cfa, isto é, clima caracterizado como subtropical com temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média do mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco freqüentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida.

As brotações foram oriundas de podas em plantas matrizes de aproximadamente 10 anos de idade e diâmetro à altura do peito (DAP) de 20 a 30 cm, realizadas aproximadamente a 1,20 m do solo, mantendo em cada planta matriz um galho, visando manter a fotossíntese e conseqüentemente não interromper totalmente o fornecimento de seiva floemática para parte inferior da planta matriz (Anexo 1-D, E).

Na área de coleta, as matrizes foram divididas em dois grupos, onde as podas foram realizadas em períodos distintos visando o fornecimento de material vegetativo suficiente para a estaquia em todas as estações do ano. No primeiro grupo foi realizada poda de 41 matrizes, onde as brotações formadas foram utilizadas nas coletas do outono/2006 e primavera/2006; no segundo grupo foi realizada a poda de 33 matrizes, sendo as brotações utilizadas para as coletas do inverno/2006 e verão/2007.

No momento da primeira coleta, realizada em cada grupo, ocorreu simultaneamente à segunda poda, induzindo assim a emissão de brotações para a próxima coleta. O período de desenvolvimento das brotações variou dependendo da estação do ano, segundo o calendário relatado a seguir:

- **Grupo 1:**

- 1º poda: 09/12/2005 (para a realização da coleta no outono/2006)
- 2º poda: 11/04/2006 (para a realização da coleta na primavera/2006)

- **Grupo 2:**

- 1º poda: 07/03/2006 (para a realização da coleta no inverno/2006)

- 2º poda: 11/07/2006 (para a realização da coleta no verão/2007)

As coletas foram realizadas aproximadamente um mês após o início de cada estação do ano, conforme segue:

- Outono de 2006: 11/04/2006
- Inverno de 2006: 11/07/2006
- Primavera de 2006: 19/10/2006
- Verão de 2007: 30/01/2007

A metodologia utilizada para a realização da estaquia seguiu os procedimentos utilizados pela *Embrapa Florestas* descritos pelos autores TAVARES e GRAÇA (2000). As saídas a campo para coleta foram realizadas sempre nas primeiras horas da manhã, visando evitar a desidratação do material, onde foram coletadas brotações provenientes da poda sempre mantendo um segmento do ramo coletado nas matrizes, com o objetivo de induzir novas brotações que serão utilizadas em próxima coleta (Anexo 2-A). As porções terminais herbáceas foram desprezadas, para confecção de estacas caulinares, cujo padrão de comprimento foi de 10 a 13 cm, com corte em bisel na base e corte reto na porção superior, onde foram mantidas duas folhas no ápice, com área reduzida à metade, com objetivo de reduzir a perda de água pela transpiração foliar. Durante o processo de confecção, as estacas foram mantidas em baldes com água para evitar desidratação do material.

Como tratamento fitossanitário, as estacas ficaram submersas em hipoclorito de sódio a 0,5% por 5 minutos (ação bactericida), sendo posteriormente lavadas em água corrente por 5 minutos, e tratadas com Benomyl ( $0,25 \text{ gL}^{-1}$ ) por 15 minutos (ação fungicida). Em seguida, as bases das estacas foram imersas em soluções alcoólicas (50% v/v) em diferentes concentrações de ácido indol butírico (IBA), e em soluções aquosas de ácido naftaleno acético (NAA), por 10 segundos de imersão conforme os seguintes tratamentos (Anexo 2-B):

- T1 IBA  $0 \text{ mgL}^{-1}$
- T2 IBA  $2000 \text{ mgL}^{-1}$
- T3 IBA  $4000 \text{ mgL}^{-1}$
- T4 IBA  $6000 \text{ mgL}^{-1}$
- T5 IBA  $8000 \text{ mgL}^{-1}$
- T6 NAA  $0 \text{ mgL}^{-1}$

- T7 NAA 2000 mgL<sup>-1</sup>
- T8 NAA 4000 mgL<sup>-1</sup>
- T9 NAA 6000 mgL<sup>-1</sup>
- T10 NAA 8000 mgL<sup>-1</sup>

O IBA utilizado foi do Laboratório GibcoBRL e o NAA do Laboratório Sigma. O tratamento T1 (0 mgL<sup>-1</sup> IBA - testemunha) foi preparado somente com a utilização de água destilada e álcool (50% v/v), sem adição do regulador vegetal ácido indol butírico e o tratamento T6 (0 mgL<sup>-1</sup> NAA - testemunha) foi preparado somente com a utilização de água destilada, sem adição do regulador vegetal ácido naftaleno acético. O plantio foi realizado em tubetes de polipropileno com 75cm<sup>3</sup>, contendo vermiculita de granulometria média e casca de arroz carbonizada como substrato, numa proporção de 1:1(v/v), mantidos em casa-de-vegetação climatizada com nebulização intermitente (>80% UR – umidade relativa e temperatura ao redor de 25°C) da *Embrapa Florestas*, em Colombo – PR (Anexo 2-C).

Por se tratar de uma Euphorbiaceae, na confecção das estacas, ocorre a exposição da medula, a qual pode servir de entrada de patógenos que poderão ocasionar sua podridão. Sendo assim, após uma semana em casa-de-vegetação, foi aplicada no ápice de todas as estacas tinta a base de água com Benomyl na concentração de 1,0gL<sup>-1</sup> (ação fungicida) (Anexo 2-D).

Após 60 dias da instalação, tempo determinado em pesquisas realizadas por FERREIRA *et al.* (2001) com a mesma espécie, foram analisadas as seguintes variáveis:

- porcentagem de enraizamento (estacas vivas que apresentaram raízes de, no mínimo 1mm de comprimento, podendo ou não apresentar calos);
- número de raízes por estaca (total de raízes emitidas por estaca);
- comprimento das três maiores raízes por estaca (comprimento das três maiores raízes formadas por estaca, em cm);
- porcentagem de estacas com calos (estacas vivas, sem raízes, com formação de massa celular indiferenciada na base);
- porcentagem de sobrevivência (estacas vivas que não apresentaram indução radicial nem formação de calos);
- porcentagem de mortalidade (estacas que se encontravam com tecidos necrosados).

Os dados foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial 2x5x4 (tipos de reguladores vegetais x concentrações dos reguladores vegetais x estações do ano) com 4 repetições e 15 estacas por unidade experimental.

As variâncias dos tratamentos foram testadas quanto à homogeneidade pelo teste de Bartlett. As variáveis cujas variâncias se mostraram homogêneas foram submetidas à análise de variância e as que apresentaram diferenças significativas pelo teste de F tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e sua respectiva discussão foram apresentados por variável estudada, obedecendo a seqüência de porcentagem de enraizamento e de estacas com calos, número e comprimento médio das raízes formadas, porcentagem de sobrevivência e mortalidade das estacas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax.

Os testes de comparação de médias foram realizados somente para os fatores e interações dos mesmos que apresentaram efeitos significativos indicados na análise de variância. As tabelas com as comparações de médias estão organizadas conforme as interações entre os fatores que apresentaram efeitos significativos.

Por ser um trabalho pioneiro, com relação ao tipo de material vegetativo utilizado (brotações rejuvenescidas), para a espécie *Sapium glandulatum* Vell. Pax, os resultados serão discutidos com outras espécies arbóreas descritas na literatura.

#### 4.3.1 Porcentagem de enraizamento e de estacas com calos

A interação tripla entre os fatores tipo de regulador vegetal, concentrações e estações do ano não foi estatisticamente significativa para as variáveis porcentagem de enraizamento e de estacas com calos. Para a porcentagem de enraizamento, a interação dupla entre concentrações de regulador vegetal e estações do ano foi estatisticamente significativa, indicando que estes fatores são dependentes para esta variável, logo, o efeito da concentração do regulador vegetal utilizado depende da estação do ano, e a porcentagem de enraizamento independe do tipo de regulador vegetal. Para a porcentagem de estacas com calos a análise estatística revelou que os fatores são independentes, e que apenas o tipo de regulador vegetal e estações do ano apresentaram efeitos significativos (Tabela 9)

Tabela 9 - Análise de variância (teste F) para porcentagens de enraizamento e de estacas com calos de brotação proveniente da poda de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.	
		ENRAIZAMENTO	CALOS
Tipo de Regulador (A)	1	0,730 <sup>ns</sup>	3,832 *
Concentrações (B)	4	11,377**	1,623 <sup>ns</sup>
Interação AxB	4	1,827 <sup>ns</sup>	0,850 <sup>ns</sup>
Estações do ano (C)	3	25,85**	11,834**
Interação AxC	3	1,155 <sup>ns</sup>	1,279 <sup>ns</sup>
Interação BxC	12	4,797**	0,713 <sup>ns</sup>
Interação AxBxC	12	1,944 <sup>ns</sup>	0,624 <sup>ns</sup>
Erro	120	1,170	0,737
Total	159		
Coeficiente de variação (%)		50,01	59,07
Teste de Bartlett ( $\chi^2$ )		52,414 <sup>ns</sup>	19,297 <sup>ns</sup>

\* = significativo a 5%

\*\*= significativo a 1%

<sup>ns</sup> = não significativo a 5%

<sup>1</sup> Dados transformado por  $\sqrt{(x+1)}$

A tabela de médias indica que, para a estação do inverno, as maiores concentração (4000, 6000, 8000 mgL<sup>-1</sup>) de IBA, foram estatisticamente superiores as menores concentrações (0, 2000 mgL<sup>-1</sup>), indicando que, as maiores concentrações de IBA influenciam no enraizamento das estacas. Numericamente, a maior porcentagem de enraizamento foi obtida na concentração de 6000 mgL<sup>-1</sup> de IBA, apresentando 23,34% (Tabela 10). Porém, o tratamento com 4000 mgL<sup>-1</sup> de IBA é suficiente para induzir o enraizamento, visto que não houve diferença significativa entre as maiores concentrações, minimizando assim os custos relacionados ao processo de estaquia.

Já para o NAA, na estação do inverno, os tratamentos com 4000 e 8000 mgL<sup>-1</sup> apresentaram as melhores porcentagem de enraizamento, com 23,34%, diferindo estatisticamente da concentração 0 e 2000 mgL<sup>-1</sup>, como para o regulador vegetal IBA, a concentração de 4000 mgL<sup>-1</sup> foi suficiente para induzir a formação das raízes adventícias (Tabela 10) (Anexo 5-B).

Brotações rejuvenescidas possuem provavelmente, menores quantidades de inibidores do enraizamento, sendo assim, com a aplicação de reguladores vegetais em altas concentrações a formação do sistema radicial é favorecido, devido a um balanço hormonal adequado.



A porcentagem de enraizamento de estacas provenientes de brotações rejuvenescentes de *Erythrina falcata*, não sofreu influência das concentrações de reguladores vegetais, diferindo dos resultados obtidos no presente trabalho, onde para os dois reguladores vegetais IBA e NAA as maiores concentrações se mostraram superiores para a estação do inverno (NEVES *et al.*, 2006). Essa diferença é devido à diferença de espécie, as quais apresentam diferentes concentrações de hormônios e inibidores, acarretando assim, em respostas diferentes a aplicação de reguladores vegetais. O teor adequado a ser aplicado depende da espécie vegetal e da concentração de hormônios existentes nos tecidos (FACHINELLO *et al.*, 1994).

Tabela 10 - Médias das porcentagens de estacas enraizadas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, para os reguladores vegetais IBA e NAA, de brotação proveniente da poda coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).

Estações do ano	Concentrações de IBA (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
Primavera	0,00 A a	0,00 A a	1,67 A b	8,33 A ab	10,00 A ab	4,00
Verão	5,00 A a	1,67 A a	0,00 A b	6,67 A b	11,67 A a	5,00
Outono	0,00 A a	1,67 A a	1,67 A b	5,00 A b	0,00 A b	1,67
Inverno	1,67 B a	1,67 B a	18,34 A a	23,34 A a	16,67 A a	12,33
Médias	1,67	1,25	5,42	10,83	9,58	
Estações do ano	Concentrações de NAA (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
Primavera	0,00 B a	13,33 A a	1,67 B b	13,34 A a	5,00 AB b	6,67
Verão	5,00 A a	3,34 A b	3,34 A b	1,67 A b	3,34 A b	3,34
Outono	0,00 A a	0,00 A b	0,00 A b	5,00 A ab	0,00 A b	1,00
Inverno	3,34 B a	5,00 B ab	23,34 A a	13,34 AB ab	23,34 A a	13,67
Médias	2,08	5,42	7,08	8,34	7,32	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal e da mesma letra minúscula na vertical não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

O inverno foi a estação do ano que apresentou a maior média de estacas enraizadas para os dois tipos de reguladores vegetais, 12,33% para o IBA e 13,67% para o NAA, sendo estatisticamente superior às demais estações do ano nas concentrações de 4000 e 8000 mgL<sup>-1</sup> de NAA.

FERREIRA *et al.* (2001), trabalhando com estacas provenientes de brotações de copa de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, obtiveram os melhores resultados para enraizamento na estação do verão, apresentando a maior

porcentagem de enraizamento obtida na concentração de 4000 mgL<sup>-1</sup> IBA em solução, com 28% de enraizamento. No inverno, os mesmos autores não obtiveram enraizamento das estacas. Essa diferença entre as estações do ano se deve, provavelmente, à diferença de material vegetativo utilizado. As brotações obtidas de propágulos juvenis no inverno apresentavam-se em pleno crescimento vegetativo, com grande emissão de gemas e folhas jovens, importantes fontes de auxina endógena, enquanto as brotações de copa, no inverno, encontravam-se em dormência, possuindo provavelmente, maiores quantidades de fenóis e inibidores os quais, segundo (HARTMANN *et al.*, 2002), podem contribuir para a baixa porcentagem de enraizamento das estacas provenientes de brotações de copa.

Outra possível explicação é que durante toda a permanência no leito de enraizamento, a maioria das estacas manteve as folhas, o que, provavelmente, contribuiu para o sucesso no enraizamento, pois as folhas são fontes de auxina e de carboidratos (HARTMANN *et al.*, 2002). Trabalhando com a mesma espécie (*Sapium glandulatum*), FERREIRA *et al.*, (2001) e PIMENTA (2003), observaram a queda precoce das folhas, o que pode ter resultado nos altos valores de mortalidade apresentados nesses trabalhos. As estacas oriundas de brotações provenientes da poda apresentam um bom desempenho em comparação as estacas provenientes de brotação de copa, no que se refere à porcentagem de enraizamento de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax.

NEVES *et al.* (2006) trabalhando com diferentes tipos de estaca de *Erythrina falcata*, obtiveram melhores resultados de enraizamento em estacas provenientes de brotações rejuvenescidas (20,4%) do que em estacas semilenhosas provenientes brotação de copa, as quais não apresentaram enraizamento em nenhuma das quatro estações do ano.

BORGES JÚNIOR e MARTINS-CORDER (2002), trabalhando com estacas provenientes de material vegetativo adulto e rejuvenescido de *Acacia mearnsii*, relataram que o rejuvenescimento de plantas que alcançaram a maturidade é necessário, em virtude da dificuldade de enraizamento de espécies lenhosas.

Para a variável porcentagem de estacas com calos, a primavera proporcionou os maiores valores para os dois tipos de reguladores vegetais, apresentando 4% de estacas com calos no IBA e 6,33% no NAA, diferindo significativamente das estações mais frias (outono e inverno). Mesmo a análise de

variância não indicando efeito significativo entre as concentrações, numericamente é possível observar que a concentração 6000 mgL<sup>-1</sup> de NAA apresentou a maior porcentagem de estacas com calos com 13,33% (Tabela 11).

NEVES *et al.* (2006), trabalhando com estacas provenientes de brotações rejuvenescidas de *Erythrina falcata*, relatam que a aplicação de reguladores vegetais não influenciou a porcentagem de estacas com calos, concordando com os resultados obtidos no presente trabalho, onde somente as estações influenciaram na formação de calos.

SILVA (2007), trabalhando com estacas basais provenientes de brotações de cepa de timbó (*Ateleia glazioviana*), também não verificou influência dos tratamentos com regulador vegetal para a variável estacas com calo.

Tabela 11 - Médias das porcentagens de estacas com calos de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, para os reguladores vegetais IBA e NAA, de brotação proveniente da poda coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).

Estações do ano	Concentrações de IBA (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
Primavera	0,00	3,33	1,67	5,00	10,00	4,00 a
Verão	1,67	3,33	0,00	1,67	1,67	1,67 ab
Outono	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 b
Inverno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 b
Médias	0,42	1,67	0,42	1,67	2,92	
Estações do ano	Concentrações de NAA (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
Primavera	1,67	5,00	6,67	13,33	5,00	6,33 a
Verão	0,00	1,67	8,33	6,67	6,67	4,67 a
Outono	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 b
Inverno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 b
Médias	0,42	1,67	3,75	5,00	2,92	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

A melhor resposta para a formação de calos na estação da primavera também foi observado por KNAPIK *et al.* (2003), trabalhando com estacas provenientes de brotação do ano de *Tibouchina pulchra*.

Já para estacas provenientes de brotações rejuvenescidas de *Erythrina falcata*, a primavera não influenciou na formação de calos, sendo os melhores resultados obtidos no verão (NEVES *et al.*, 2006).

#### 4.3.2 Número e comprimento das raízes formadas

Para a variável número de raízes formadas por estaca, a análise de variância indicou que os fatores concentrações dos reguladores vegetais e estações do ano são dependentes. Sendo assim, o efeito da concentração do regulador vegetal utilizado, para o número de raízes por estaca, depende da estação do ano, e o tipo de regulador não possui influência para esta variável. No entanto, a análise de variância para a variável comprimento médio das três maiores raízes revelou que as interações entre os fatores tipo de regulador vegetal, concentrações e estações do ano, não foram estatisticamente significativas, indicando que os fatores são independentes. Tanto o fator concentração como as estações do ano mostraram-se efetivos sobre esta variável (Tabela 12).

Tabela 12 - Análise de variância (teste F) para número de raízes e comprimento médio das três maiores raízes formadas por estaca (cm) de brotação proveniente da poda de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.	
		NÚMERO	COMPRIMENTO
Tipo de Regulador (A)	1	3,130 <sup>ns</sup>	8,231 <sup>ns</sup>
Concentrações (B)	4	14,501**	29,758**
Interação AxB	4	0,140 <sup>ns</sup>	16,546 <sup>ns</sup>
Estações do ano (C)	3	24,130**	60,778**
Interação AxC	3	0,523 <sup>ns</sup>	7,482 <sup>ns</sup>
Interação BxC	12	5,493*	7,674 <sup>ns</sup>
Interação AxBxC	12	2,501 <sup>ns</sup>	9,974 <sup>ns</sup>
Erro	120	2,738	7,859
Total	159		
Coeficiente de variação (%)		139,32	132,83
Teste de Bartlett ( $\chi^2$ )		50,045 <sup>ns</sup>	50,955 <sup>ns</sup>

\* = significativo a 5%

\*\*= significativo a 1%

<sup>ns</sup> = não significativo a 5%

O inverno foi a estação do ano que apresentou os maiores valores para a variável número de raízes formadas por estaca, onde a concentração de 6000 mgL<sup>-1</sup> de IBA apresentou 4,48 raízes por estaca, e a concentração de NAA 8000 mgL<sup>-1</sup>, apresentou 4,15 raízes, nos dois casos o inverno apresentou diferença significativa com o verão e outono (Tabela 13).

Tabela 13 - Médias do número de raízes formadas por estaca de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, para os reguladores vegetais IBA e NAA, de brotação proveniente da poda coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).

Estações do ano	Concentrações de IBA (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
Primavera	0,00 A a	0,00 A a	0,25 A a	1,88 A ab	1,80 A a	0,79
Verão	1,33 A a	0,25 A a	0,00 A a	0,75 A b	1,33 A a	0,73
Outono	0,00 A a	1,50 A a	0,25 A a	0,75 A b	0,00 A a	0,50
Inverno	0,25 B a	0,50 B a	0,78 AB a	4,48 A a	2,88 AB a	2,18
Médias	0,39	0,56	0,82	1,96	1,50	
Estações do ano	Concentrações de NAA (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
Primavera	0,00 A a	2,20 A a	0,25 A ab	2,75 A a	1,50 A ab	1,34
Verão	1,25 A a	1,00 A a	0,75 A ab	1,25 A a	1,00 A b	1,05
Outono	0,00 A a	0,00 A a	0,00 A b	2,50 A a	0,00 A b	0,5
Inverno	1,00 A a	0,88 A a	3,21 A a	2,88 A a	4,15 A a	2,42
Médias	0,56	1,02	1,05	2,34	1,66	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal e da mesma letra minúscula na vertical não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação às concentrações de auxinas, somente houve efeito significativo no inverno para o regulador vegetal IBA, onde a concentrações 6000 mgL<sup>-1</sup>, foi superior às menores concentrações 0 e 2000 mgL<sup>-1</sup> (Tabela 13).

Não há dados de literatura que permitam a comparação entre as estações do ano para esta variável referente à espécie. NEVES *et al.* (2006), trabalhando com estacas rejuvenescidas de *Erythrina falcata*, obtiveram os melhores resultados para o número de raízes por estaca na estação de verão com 4,2 raízes diferindo da melhor estação para o presente trabalho, a qual foi o inverno com 4,48 raízes por estaca para o IBA e 4,15 para o NAA. Os mesmos autores relatam que a aplicação de reguladores vegetais não influenciou o número de raízes por estaca, concordando, em parte com os resultados obtidos no presente trabalho, onde para o regulador vegetal NAA não houve diferença estatística entre as concentrações, porém para o IBA ocorreu diferença estatística entre as concentrações no inverno.

SILVA (2007), trabalhando com estacas basais provenientes de brotações de cepa de timbó (*Ateleia glazioviana*), também não verificou influência dos tratamentos com regulador vegetal para a variável número de raízes formadas por estaca.

Para a espécie cróton (*Codiaeum variegatum* L.), o melhor resultado para a variável número de raízes por estaca de brotação do ano foi obtido no inverno, apresentando 8 raízes por estaca (TILLMANN *et al.*, 1994). Porém, uma comparação com os resultados da presente pesquisa não pode ser realizada, pois mesmo se tratando de uma espécie pertencente ao mesmo gênero de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, o tipo de material vegetativo utilizado é diferente nas duas pesquisas.

Para a variável comprimento médio das três maiores raízes e para o regulador vegetal ácido indol butírico, a concentração de 6000 mgL<sup>-1</sup> mostra-se superior estatisticamente (3,67 cm) sobre as demais concentrações de IBA, indicando o efeito positivo de altas concentrações de IBA para o desenvolvimento das raízes adventícias. Já para o NAA, a concentração de 2000 mgL<sup>-1</sup> (3,68 cm), é suficiente para induzir o desenvolvimento do sistema radicial, uma vez não diferiu estatisticamente das concentrações mais elevadas, diferindo apenas da testemunha (Tabela 14).

Tabela 14 - Médias do comprimento médio das três maiores raízes formadas por estaca (cm) de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, para os reguladores vegetais IBA e NAA, de brotação proveniente da poda coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).

Estações do ano	Concentrações de IBA (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
Primavera	0,00	0,00	0,45	1,30	3,68	1,09 a
Verão	1,53	1,73	0,00	6,04	1,98	2,25 ab
Outono	0,00	0,79	1,75	1,70	0,00	0,85 b
Inverno	0,50	2,18	3,44	5,64	4,99	3,35 a
Médias	0,51 C	1,17 BC	1,41BC	3,67A	2,66AB	
Estações do ano	Concentrações de NAA (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
Primavera	0,00	6,38	1,05	3,98	2,03	2,69 a
Verão	2,13	3,93	3,68	1,60	0,98	2,46 a
Outono	0,00	0,00	0,00	1,85	0,0	0,37 b
Inverno	0,78	4,40	5,89	4,16	3,95	3,84 a
Médias	0,73 B	3,68 A	2,65 AB	2,9 AB	1,74 AB	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal e da mesma letra minúscula na vertical não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Ente as estações do ano, para os reguladores vegetais IBA e NAA, o inverno apresentou o maior valor para o comprimento médio das três maiores raízes por

estaca, 3,35 cm e 3,84 cm respectivamente, diferindo estatisticamente somente da estação do outono (Tabela 14).

Há poucos dados na literatura que permitam a comparação entre as estações do ano com outros resultados para esta variável referentes à espécie. CUNHA *et al.* (2004), trabalhando com a mesma espécie somente na estação da primavera, relata que maiores concentração de reguladores vegetais promovem uma maior velocidade de emissão de raízes, comprimento total de raízes (cerca de 15 cm) e comprimento da maior raiz (cerca de 8cm).

NEVES *et al.* (2006), trabalhando com estacas rejuvenescidas *Erythrina falcata*, obtiveram os melhores resultados para o comprimento médio das três maiores raízes por estaca na estação de verão com 52,1 cm diferindo da melhor estação para o presente trabalho, a qual foi o inverno com 3,35 cm para o IBA e 3,84 para o NAA. Os mesmos autores relatam que a aplicação de reguladores vegetais não influenciou o comprimento médio das três maiores raízes por estaca, discordando dos resultados obtidos no presente trabalho, onde as concentrações dos reguladores vegetais influenciaram no comprimento médio das três maiores raízes.

#### 4.3.3 Porcentagem de estacas vivas e mortas

A análise de variância para a variável porcentagem de sobrevivência indicou que a interação tripla entre os fatores tipo de regulador vegetal, concentrações e estações do ano não foi estatisticamente significativa. Apenas a interação dupla entre concentrações de regulador vegetal e estações do ano foi estatisticamente significativa, indicando que estes fatores são dependentes, conseqüentemente o efeito da concentração do regulador vegetal utilizado, depende da estação do ano, e a análise de variância também indica que o tipo de regulador não possui influência para esta variável. Já para a porcentagem de mortalidade, os fatores não apresentaram interações estatisticamente significativas, indicando que os fatores são independentes. Apenas o fator estações do ano mostrou efeito significativo sobre esta variável (Tabela 15).

Tabela 15 - Análise de variância (teste F) para porcentagem de estacas vivas e para estacas mortas de brotação proveniente da poda de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.	
		VIVAS	MORTAS
Tipo de Regulador (A)	1	233,603 <sup>ns</sup>	6,935 <sup>ns</sup>
Concentrações (B)	4	2348,163 <sup>**</sup>	562,074 <sup>ns</sup>
Interação AxB	4	146,819 <sup>ns</sup>	182,621 <sup>ns</sup>
Estações do ano (C)	3	6509,855 <sup>**</sup>	11747,264 <sup>**</sup>
Interação AxC	3	262,503 <sup>ns</sup>	118,765 <sup>ns</sup>
Interação BxC	12	524,500 <sup>**</sup>	276,327 <sup>ns</sup>
Interação AxBxC	12	281,247 <sup>ns</sup>	356,543 <sup>ns</sup>
Erro	120	200,840	233,978
Total	159		
Coeficiente de variação (%)		43,55	25,83
Teste de Bartlett ( $\chi^2$ )		34,763 <sup>ns</sup>	27,415 <sup>ns</sup>

\* = significativo a 5%

\*\*= significativo a 1%

<sup>ns</sup> = não significativo a 5%

O inverno mostrou-se estatisticamente superior, para os dois tipos de reguladores vegetais, levando em consideração as maiores porcentagens de estacas vivas, onde na tabela de médias foi observada na concentração de 2000 mgL<sup>-1</sup> de IBA, com 73,33% e na concentração 0 mgL<sup>-1</sup> de NAA, com 80,00% de estacas vivas (Tabela 16).

Tabela 16 - Médias das porcentagens de estacas vivas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, para os reguladores vegetais IBA e NAA, de brotação proveniente da poda coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).

Estações do ano	Concentrações de IBA (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
Primavera	66,67 A a	45,00 AB b	28,34 B ab	31,67 B a	25,00 B ab	39,33
Verão	26,67 A b	16,67 A c	21,67 A b	16,67 A a	11,67 A b	18,67
Outono	21,67 A b	30,00 A bc	33,33 A ab	21,67 A a	16,67 A b	24,67
Inverno	56,67 AB a	73,33 A a	48,34 AB a	40,00 B a	43,34 B a	52,33
Médias	42,91	41,25	32,92	27,5	24,17	
Estações do ano	Concentrações de NAA (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
Primavera	50,00 A b	38,33 AB ab	38,34 A a	15,00 B a	23,33 AB a	33,00
Verão	23,34 A c	20,00 A b	25,00 A a	16,67 A a	16,67 A a	20,33
Outono	25,00 A bc	26,67 A ab	31,67 A a	28,34 A a	23,34 A a	27,00
Inverno	80,00 A a	48,34 B a	41,67 B a	26,67 B a	28,33 B a	45,00
Médias	44,58	33,33	34,17	21,67	22,92	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal e da mesma letra minúscula na vertical não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.



Com relação à concentração de auxinas, no inverno, os tratamentos com 0, 2000 e 4000 mgL<sup>-1</sup> de IBA apresentaram melhores resultados em relação aos tratamentos com 6000 e 8000, porém não houve diferença significativa entre as concentrações, sugerindo assim, que a testemunha apresenta condições favoráveis para a sobrevivência das estacas. A testemunha para o NAA apresentou diferença significativa em relação às demais concentrações, assim, observa-se que, para ambas as auxinas, a aplicação exógena não incrementa a sobrevivência das estacas (Tabela 16).

A maior sobrevivência das estacas na estação do inverno, e a ausência de necessidade de aplicação exógena de reguladores vegetais, indicam que a espécie apresenta, nesta estação, maiores quantidades de reservas, devido à dormência causada pelas baixas temperaturas, favorecendo assim a sobrevivência das estacas na casa-de-vegetação. Com isso, um maior tempo de permanência no leito de enraizamento poderia promover um maior enraizamento das estacas.

Uma alta sobrevivência de estacas de timbó (*Ateleia glazioviana*) no inverno, também foi observada por SILVA (2007), o qual relata que a estação do inverno é a época mais indicada para a propagação, devido ao acúmulo de reservas nos ramos e o balanço diferencial de hormônios para a próxima estação.

O inverno também foi a melhor estação do ano para a sobrevivência de estacas provenientes de brotação de copa, em estudos realizados com a mesma espécie realizados por FERREIRA *et al.* (2001).

As médias das porcentagens no inverno superaram as porcentagens obtidas por PIMENTA (2003) para a mesma espécie e estação. Essa superioridade provavelmente se deve à diferença do material vegetativo. O autor utilizou estacas provenientes de brotação de copa e relata a ocorrência de queda precoce das folhas, deixadas nas estacas no momento da confecção. Na presente pesquisa as brotações foram obtidas por meio do rejuvenescimento de material vegetativo adulto, os quais, durante toda a permanência no leito de enraizamento, mantiveram folhas, o que, provavelmente, contribuiu para as altas porcentagens de sobrevivência.

A maior porcentagem de estacas mortas foi observada na estação do verão e outono, para os dois reguladores vegetais, sendo estatisticamente iguais e apresentando diferença estatística com a primavera e inverno (Tabela 17).

No verão, a espécie estava em fase reprodutiva, no início da formação dos frutos. Com isso, provavelmente, o enraizamento foi prejudicado devido à translocação de carboidratos, proteínas, hormônios entre outros, para os frutos em desenvolvimento, podendo assim ter ficado em quantidades insuficientes nos ramos para a manutenção da sobrevivência das estacas. Outra possível explicação para a alta mortalidade das estacas no verão são as altas temperaturas observadas nessa época, ao redor de 25°C (Anexo 8, 9), as quais podem ter prejudicado a turgescência das brotações rejuvenescidas no momento da coleta e no transporte.

No outono, as plantas matrizes estavam no início do período de dormência, onde ocorre o começo da translocação de substâncias (carboidratos, proteínas, hormônios) para o interior dos ramos, porém nesse período as quantidades possivelmente não foram suficientes para a sobrevivência das estacas.

Tabela 17 - Médias das porcentagens de estacas mortas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, para os reguladores vegetais IBA e NAA, de brotação proveniente da poda coletadas nas quatro estações do ano (outono, inverno, primavera 2006 e verão 2007).

Estações do ano	Concentrações de IBA (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
Primavera	33,34	51,67	66,67	55,00	55,00	52,33 b
Verão	66,67	78,33	78,33	75,00	75,00	74,67 a
Outono	78,33	68,34	65,00	73,34	83,33	73,67 a
Inverno	41,67	25,00	33,33	36,67	40,00	35,33 c
Médias	55,00	55,83	60,83	60,00	63,33	
Estações do ano	Concentrações de NAA (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
Primavera	48,33	43,33	53,34	58,33	66,67	54,00 b
Verão	71,67	75,00	63,34	75,00	73,34	71,67 a
Outono	75,00	73,34	68,33	66,67	76,67	72,00 a
Inverno	16,67	46,67	31,67	60,00	45,00	40,00 c
Médias	52,92	59,58	54,17	65,00	65,42	

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

O inverno apresentou diferença estatística com as demais estações do ano para ambas as auxinas, proporcionando as menores porcentagens de mortalidade, 35,33% para o IBA e 40,00% para o NAA .

FERREIRA *et al.* (2001), trabalhando com estacas provenientes de brotação de copa de *Sapium glandulatum*, também obtiveram a menor mortalidade de estacas no inverno, porém com no máximo 14% de estacas mortas.

Para estacas rejuvenescidas de *Erythrina falcata*, a menor porcentagem de estacas mortas foi obtida no verão, com 51,5% a qual foi inferior comparado com estacas provenientes de estacas de brotação do ano (NEVES *et al.*, 2006). Entretanto, na primavera e outono, os mesmo autores obtiveram menores valores de mortalidade em estacas provenientes de brotação do ano.

#### 4.4 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi desenvolvido o experimento foi possível concluir que o tipo de regulador vegetal não influenciou a resposta de enraizamento, sendo que, os tratamentos com concentração igual ou acima de  $4000 \text{ mgL}^{-1}$  de ácido indol butírico e ácido naftaleno acético e a coleta de material no inverno promovem a iniciação radicial, apresentando um máximo de 23,34% de estacas enraizadas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, de brotações provenientes da poda. Por apresentar uma baixa porcentagem de enraizamento a estaquia de brotações provenientes da poda torna-se inviável.

## REFERÊNCIAS

- BIASI, L. A. Emprego do estiolamento na propagação de plantas. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 309-315, 1996.
- BORGES JÚNIOR, N.; MARTINS-CORDER, M. P. Efeito do ácido indol butírico no enraizamento de estacas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 223-227, 2002.
- BORGES JÚNIOR, N.; MARTINS-CORDER, M. P.; SOBROSA, R. C.; SANTOS, E. M. dos. Rebrotas de cepas de árvores adultas de acácia – negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 611-615, 2004.
- COUVILLON, G. A. Rooting responses to different treatments. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 227, p. 187-196, 1988.
- CUNHA, A. C. M. C. M. da; WENDLING, I; JÚNIOR, L.S. Influência da concentração do regulador de crescimento para enraizamento AIB na formação de mudas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. por estaquia. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 49, p. 17-29, jul./dez., 2004.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. KERSTEN, E.; FORTES, G. R. L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: Ed. E Gráfica Universitária, 1994.
- FERREIRA, B. G. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; CARPANEZZI, A. A.; TAVARES, F. R.; BOEGER, M. R. T.; KOEHLER, H. S. Enraizamento de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. pela aplicação de ácido indol butírico e ácido bórico. **Leandra**, Rio de Janeiro, n. 16, p. 11-16, 2001.
- GLUFKE, C. **Espécies florestais recomendadas para a recuperação de áreas degradadas**. Porto Alegre: FZB, 1999.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIS JÚNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant Propagation: Principles and Practices**. 7. ed. New York: Englewood Clippings, 2002.
- KNAPIK, J. G.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; CARPANEZZI, A. A.; TAVARES, F. R.; KOEHLER, H. S. Influência da época e da aplicação de ácido indol butírico na propagação por estaquia da *Tibouchina pulchra* (Cham.) Cogn. (quaresmeira). **Iheringia**, Porto Alegre, v. 58, n. 2, p. 171-179, jul./dez., 2003.
- LEONEL, S.; RODRIGUES, J. D.; CEREDA, E. Ação de fitorreguladores a ácido bórico em estacas de lichia (*Lichia Chinensis* SONN). **Cientifica**, Jaboticabal, v. 22, n.1, p.105-110, 1994.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992.
- NEVES, T. S.; CARPANEZZI, A. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; MARENCO, R. A. Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variações

sazonais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n.12, p.1699-1705, dez. 2006.

PIMENTA, A. C. **Interações entre reguladores vegetais, épocas do ano e tipo de substrato no enraizamento de estacas caulinares de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax.** 56f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

REITZ, R.; KLEIN, R.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Rio Grande do Sul: Sellowia, 1983.

SANCHOTENE, M. C. C. **Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana**. Porto Alegre, FEPLAM, 1985.

SILVA, M. O. C. C. B. da. **Estaquia caulinar de *Ateleia glazioveana* Bailonm Leguminosae – Papilionoideae**. 101f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

TILLMANN, M. A. A.; CAVARIANI, C.; PIANA, Z.; MINAMI, K. Comparação entre diversos substratos no enraizamento de estacas de cróton (*Codiaeum variegatum* L.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 51, n. 2, p. 17-20, jan./abr., 1994.

WENDLING, I. **Propagação clonal de híbridos de *Eucalyptus* spp. Por miniestaquia**. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

## 5 CAPÍTULO III: MINIASTAQUIA DE *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax COM O USO DE ÁCIDO INDOL BUTÍRICO E ÁCIDO NAFTALENO ACÉTICO

### RESUMO

*Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. (Euphorbiaceae) é uma árvore nativa de vários biomas brasileiros, com grande interesse para a recuperação de ecossistemas degradados devido a sua rusticidade. Entretanto, sua propagação sexuada apresenta dificuldades, devido principalmente a pouca produção de sementes, baixa taxa de germinação e grande quantidade de flores masculinas. A miniestaquia constitui alternativa para propagação da espécie, a qual pode possibilitar material juvenil com potencial endógeno favorável ao enraizamento. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a miniestaquia em relação a produção de brotações e enraizamento de miniestacas provenientes de mudas originadas por via seminal, coletadas nas quatro estações do ano (inverno, primavera, verão de 2006 e outono de 2007), no município de Colombo - PR, Brasil. As miniestacas foram confeccionadas com 3-5 cm de comprimento e um par de folhas na porção apical, com sua área reduzida pela metade, submetidas a tratamentos com o uso dos reguladores vegetais ácido indol butírico e ácido naftaleno acético na forma de solução por 10 segundos nas bases das miniestacas: 0, 2000, 4000, 6000, 8000 mgL<sup>-1</sup>. Foram avaliados o percentual de miniestacas enraizadas, número e comprimento das raízes formadas, percentual de miniestacas com calos, sobrevivência e mortalidade, em um delineamento experimental inteiramente casualizado com arranjo fatorial 2x5x4 (tipos de reguladores vegetais x concentrações dos reguladores vegetais x estações do ano). A produção de miniestacas/minicepa/coleta variou de 1,4 a 2,2 em recipientes contendo 205 cm<sup>3</sup>. A estação do inverno mostrou-se promissora para o enraizamento adventício de miniestacas, apresentando 80,56% na ausência dos reguladores vegetais, sendo assim, a aplicação destes não se faz necessária. A miniestaquia de propágulos oriundos de mudas produzidas por semente é viável para iniciação radicial da espécie.

Palavras-chave: leiteiro, juvenilidade, auxinas, minicepas.

## 5 CHAPTER III: USE OF INDOLEBUTYRIC ACID AND NAPHTALENE ACETIC ACID FOR MINI-CUTTING OF *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax

### ABSTRACT

*Sapium glandulatum* (Vell.) Pax (Euphorbiaceae) is a native and rustic tree found in different Brazilian plant formations, and is much indicated for recovery of degraded ecosystems. However, the sexual propagation is not common because almost every flower is male, the seed production is poor and the percentage of seed germination is low. The mini-cutting method is an alternative to other methods of propagation that allow the rooting with young material. Thus, the present work aimed to test the sprout production and rooting by mini-cuttings of *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax of plumule from young seedlings, collected in four seasons (autumn, winter, spring 2006 and summer 2007), in Colombo City – PR, Brazil. The mini-cuttings were trimmed to 3 cm in length, with two leaves in apical region, with leaf areas reduced to the half. Indolebutyric acid (IBA) and naphthalene acetic acid were applied in the base of the mini-cuttings at 0, 2000, 4000, 6000 and 8000 mgL<sup>-1</sup> for 10 seconds. The percentage of rooted mini-cuttings, amount and root length, percentage of mini-cuttings with callus, survival and mortality rate were evaluated in a experimental random delineation, with factorial range of the treatments: 2x5x4 (kinds of plant growth regulator x concentration of plant growth regulator x seasons). The mini-cutting range between 1.4 until 2.2 in 205 cm<sup>3</sup> recipient. The best season for rooting was winter, with 80.56% of rooting when the vegetal regulator was not used. It is concluded from this study that the vegetative propagation of *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax by mini-cuttings collected from young seedlings can be used for rooting.

**Key-words:** leiteiro, young seedlings, plant growth regulator, mini-cuttings.



## 5.1 INTRODUÇÃO

Popularmente conhecida como leiteiro, *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. (Euphorbiaceae) é uma planta decídua e heliófila, comum em beira de estradas, cursos d'água e encostas de barrancos. No Brasil, encontra-se distribuída desde os Estados de Rio Grande do Sul a Minas Gerais, em biomas variados como os campos sulinos, Florestas Estacionais, Florestas Ombrófilas Densas e Mistas. Também pode ser encontrada no Paraguai, nordeste da Argentina e Uruguai (SANCHOTENE, 1985; LORENZI, 1992).

Dentre as utilidades da espécie, destaca-se seu emprego na reabilitação de ecossistemas degradados, pela sua intensa ornitocoria, rápido crescimento e resistência ao frio e a seca (PALAZZO JUNIOR; BOTH, 1993; FERREIRA *et al.*, 2001). Entretanto, possui baixa produção de sementes devido a um maior número de flores masculinas, além disso, apresenta taxa de germinação de suas sementes baixa, as quais perdem rapidamente a viabilidade em ambientes adversos. Isso faz com que a propagação vegetativa por estaquia seja mais comumente recomendada (SANCHOTENE, 1985; LORENZI, 1992).

A recuperação de ecossistemas degradados é uma atividade muito antiga, podendo-se encontrar exemplos de sua existência na história de diferentes povos, épocas e regiões. No entanto, até recentemente se caracterizava como uma atividade sem vínculos estreitos com concepções teóricas, sendo executada normalmente como uma prática de plantio de mudas, com objetivos muito específicos, como controle de erosão, estabilização de taludes, melhoria visual, dentre outros. Só recentemente a recuperação de áreas degradadas adquiriu o caráter de uma área de conhecimento, sendo denominada como restauração ecológica (RODRIGUES; GANDOLFI, 2000).

Devido à espécie apresentar problemas para germinação de sementes, a técnica de estaquia se torna uma opção para a produção de mudas. A miniestaquia é um sistema fácil para se propagar espécies que possuam boa capacidade de enraizamento, sendo recomendada para espécies de baixa produtividade de sementes. Entretanto, possui o inconveniente de restringir a base genética das mudas produzidas (SANTARELLI, 2000). Para que os programas de recuperação de áreas degradadas sejam tecnicamente aprovados, torna-se indispensável abranger a maior variabilidade genética possível. No caso da coleta de brotações de mudas

produzidas por sementes, deve-se coletar as sementes de um maior número de árvores matrizes possível, respeitando a distância mínima entre elas (WENDLING *et al.*, 2005)

Segundo os mesmos autores, a utilização de brotações de mudas produzidas por semente apresenta uma série de vantagens em relação a de plantas matrizes adultas no campo, como maior facilidade de coleta das brotações, menores gastos com deslocamentos, maiores índices e velocidade de enraizamento, maior vigor do sistema radicial e partes aéreas formadas, desobrigação de se trabalhar com produtos químicos indutores de enraizamento, entre outros.

Em espécies lenhosas, a aptidão para o enraizamento de estacas está associada ao grau de maturação que, na fase juvenil, na maioria das plantas, apresenta maior potencial de enraizamento que na fase adulta (HARTMANN *et al.*, 2002). Em vista das dificuldades de enraizamento apresentadas pelo material maduro, o rejuvenescimento de células e tecidos é, provavelmente, um dos mais importantes aspectos para o alcance efetivo da propagação vegetativa (BIASI, 1996; MESÉM, 1997).

Assim, a técnica de miniestaquia com propágulos juvenis se faz necessária para a espécie *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, uma vez que esta apresenta dificuldade de enraizamento via estaquia de propágulos oriundos de plantas adultas, segundo FERREIRA *et al.* (2001) e PIMENTA *et al.* (2005). Deste modo, a presente pesquisa teve por objetivo verificar a resposta de enraizamento da espécie *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax utilizando a miniestaquia com propágulos juvenis oriundos de mudas produzidas por semente, sob diferentes concentrações do ácido indol butírico (IBA) e ácido naftaleno acético.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos de miniestaquia foram instalados na *Embrapa Florestas*, localizada em Colombo - PR. As minicepas que forneceram material vegetativo para as instalações dos experimentos foram oriundas de 280 mudas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax provenientes de sementes doadas pela Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS). As mudas foram produzidas em viveiro localizado na Reserva do Morro da Mina no município de Morretes - PR, apresentando coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) 7190891,027 N e 722955,370 E (DATUM SAD 69), altitude aproximada de 23 m e segundo o Sistema Internacional de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, isto é, clima caracterizado como subtropical com temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média do mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco freqüentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida.

As mudas apresentavam aproximadamente um ano de idade e estavam plantadas em tubetes com volume de 45 cm<sup>3</sup> (Anexo 3-A). Depois de transportadas para a *Embrapa Florestas* as mudas foram transplantadas para tubetes com volume de 205 cm<sup>3</sup> utilizando substrato Mecplant®, separadas em duas bandejas com 140 mudas cada e mantidas em estufa com irrigação realizada quatro vezes por dia no verão e 3 vezes no inverno (Anexo 3-B). Foram realizadas fertirrigações semanais com 10 litros de solução por bandeja, resultando em aproximadamente 71,43 ml de solução/muda. A adubação consistiu de 80g de uréia, 60g de superfosfato simples, 5g de FTE BR12 (9% Zn, 3% Fe, 2% Mn, 0,1% Mo, 1,8% B, 0,8% Cu) e 60g de nitrato de potássio, diluídos em 10 litros de água.

A poda foi realizada nas mudas com o objetivo de induzir a formação de brotações laterais (05/05/2006), onde somente uma pequena porção do ápice foi retirada devido estas apresentarem poucas folhas e todas concentradas próximas ao ápice (Anexo 3-C, D). Nas coletas subseqüentes das brotações emitidas, foram realizadas novas podas que novamente induziram a formação de brotações, sempre mantendo-se algumas folhas nas minicepas. As coletas foram realizadas nas quatro estações do ano conforme segue (Anexo 4-A, B):

- Inverno de 2006: 04/08/2006
- Primavera de 2006: 24/10/2006

- Verão de 2006: 21/12/2006
- Outono de 2007: 05/06/2007

Foi realizada uma avaliação da produção de brotações/minicepa em cada coleta de miniestacas, resultando na produção de miniestacas/minicepa/coleta e por m<sup>2</sup> indicando a quantidade de material vegetativo apto ao enraizamento.

A metodologia utilizada para a realização da miniestaquia foi adaptada dos procedimentos utilizados pela *Embrapa Florestas* descritos por WENDLING *et al.* (2005). As miniestacas foram confeccionadas com comprimento de 3,0 a 5,0 cm, mantendo-se duas folhas reduzidas no ápice (Anexo 4-C). Após a coleta, foram imediatamente acondicionadas em caixas de isopor contendo água para reduzir perdas por desidratação.

Não foi realizado tratamento fitossanitário, somente aplicações dos tratamentos específicos. Aproximadamente 1,5 cm das bases das estacas foram mergulhadas em soluções alcoólicas (50% v/v) em diferentes concentrações de ácido indol butírico (IBA), e em soluções aquosas de ácido naftaleno acético (NAA), por 10 segundos de imersão conforme os seguintes tratamentos:

- T1 IBA 0 mgL<sup>-1</sup>
- T2 IBA 2000 mgL<sup>-1</sup>
- T3 IBA 4000 mgL<sup>-1</sup>
- T4 IBA 6000 mgL<sup>-1</sup>
- T5 IBA 8000 mgL<sup>-1</sup>
- T6 NAA 0 mgL<sup>-1</sup>
- T7 NAA 2000 mgL<sup>-1</sup>
- T8 NAA 4000 mgL<sup>-1</sup>
- T9 NAA 6000 mgL<sup>-1</sup>
- T10 NAA 8000 mgL<sup>-1</sup>

O IBA utilizado foi do Laboratório GibcoBRL e o NAA do Laboratório Sigma. O tratamento T1 (0 mgL<sup>-1</sup> IBA - testemunha) foi preparado somente com a utilização de água destilada e álcool (50% v/v), sem adição do regulador vegetal ácido indol butírico e o tratamento T6 (0 mgL<sup>-1</sup> NAA - testemunha) foi preparado somente com a utilização de água destilada, sem adição do regulador vegetal ácido naftaleno acético. O plantio foi realizado em tubetes de polipropileno com 50 cm<sup>3</sup>, contendo vermiculita de granulometria média e casca de arroz carbonizada como substrato,

numa proporção de 1:1 (v/v) (Anexo 4-D) e mantidos em casa-de-vegetação climatizada com nebulização intermitente (>80% UR – umidade relativa e temperatura ao redor de 25°C) da *Embrapa Florestas*, em Colombo – PR (Anexo 2-C). Após 60 dias da instalação, tempo determinado em pesquisas realizadas por FERREIRA *et al.* (2001) com a mesma espécie, foram analisadas as seguintes variáveis:

- porcentagem de enraizamento (estacas vivas que apresentaram raízes de, no mínimo 1mm de comprimento, podendo ou não apresentar calos);
- número de raízes por estaca (total de raízes emitidas por estaca);
- comprimento das três maiores raízes por estaca (comprimento das três maiores raízes formadas por estaca, em cm);
- porcentagem de estacas com calos (estacas vivas, sem raízes, com formação de massa celular indiferenciada na base);
- porcentagem de sobrevivência (estacas vivas que não apresentaram indução radicial nem formação de calos);
- porcentagem de mortalidade (estacas que se encontravam com tecidos necrosados).

Os dados foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial 2x5x4 (tipos de reguladores vegetais x concentrações dos reguladores vegetais x estações do ano) com 3 repetições. A quantidade de miniestacas por unidade experimental variou segundo a quantidade de material vegetativo disponível em cada estação: na primavera e verão foram utilizadas 14 miniestacas por unidade experimental e no outono e inverno 12 miniestacas.

As variâncias dos tratamentos foram testadas quanto à homogeneidade pelo teste de Bartlett. As variáveis cujas variâncias se mostraram homogêneas foram submetidas à análise de variância e as que apresentaram diferenças significativas pelo teste de F tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por ser um trabalho pioneiro, com relação ao tipo de material vegetativo (miniéstaca) utilizado para a espécie *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, os resultados serão discutidos com base em outras espécies arbóreas descritas na literatura.

#### 5.3.1 Produtividade de brotações

A Tabela 18 apresenta o resultado das avaliações das quatro coletas de miniéstacas realizadas nas quatro estações do ano. Durante este período houve a perda de 14 minicepas.

Tabela 18 - Produtividade de brotações de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax por minicepa, em cada coleta, durante as quatro estações do ano (inverno, primavera, verão de 2006 e outono 2007).

Coletas	Data	Produção de miniéstacas	Produção média de minestaca/minicepa	Produção de miniéstaca/ m <sup>2</sup>
Inverno	04/08/2006	380	1,4	388
Primavera	24/10/2006	570	2,1	582
Verão	21/12/2006	601	2,2	609
Outono	05/06/2007	500	1,9	526
Médias		512,8	1,9	526

A maior produção foi observada nas estações mais quentes do ano, onde as temperaturas mais elevadas favoreceram o desenvolvimento das brotações. Com relação à sobrevivência das minicepas, houve 5% de mortalidade do total de 280, durante as quatro estações do ano. XAVIER *et al.* (2003b), trabalhando com *Cedrela fissilis* não observaram nenhuma mortalidade durante o período da experimentação. FERRIANI (2006) obteve para a espécie *Piptocarpha angustifolia*, apenas a mortalidade de 2,3% de minicepas, após 5 coletas de miniéstacas em intervalos médios de 35 dias.

Estes resultados indicam o potencial de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax quanto a regeneração vegetativa das minicepas, em função das coletas sucessivas de miniéstacas, permitindo a adoção da miniestaquia como alternativa potencial na produção de brotações.

A utilização da fertirrigação contendo solução de macro e micronutrientes favorecem o bom estado nutricional das minicepas, possibilitando produtividade de brotações durante o período experimental. As alterações nas condições fisiológicas da planta matriz contribuem para o acúmulo de reservas, que podem incrementar o crescimento dos propágulos (PAIVA; GOMES, 1993).

A produção de miniestacas/minicepa/coleta variou de 1,4 a 2,2 em recipientes contendo 205 cm<sup>3</sup> de substrato. FERRIANI (2006) obteve para a espécie *Piptocarpha angustifolia* variação de 1,1 a 2,5 miniestacas/minicepa/coleta, porém utilizando recipientes de 1700 cm<sup>3</sup> de substrato. Assim, pode-se inferir que o aumento na quantidade de substrato pode incrementar a produção de miniestacas para a espécie *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax.

XAVIER *et al.* (2003a), utilizando tubetes de 200cm<sup>3</sup>, obtiveram média de 1,3 miniestacas/minicepa/coleta para a espécie *Cedrela fissilis*, resultados semelhantes aos obtidos para *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. Entretanto XAVIER *et al.* (2003b), também trabalhando com *Cedrela fissilis*, obtiveram 1,3 miniestacas/minicepa/coleta em tubete de 55 cm<sup>3</sup>, indicando que para a espécie, o volume de substrato não influencia na produtividade das brotações.

### 5.3.2 Enraizamento de Miniestacas

Os resultados e sua respectiva discussão foram apresentados por variável estudada, obedecendo a seqüência de porcentagem de enraizamento e de estacas com calos, número e comprimento médio das raízes formadas, porcentagem de sobrevivência e mortalidade das estacas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax.

Os testes de comparação de médias foram realizados somente para os fatores e interações dos mesmos que apresentaram efeitos significativos indicados na análise de variância. As tabelas com as comparações de médias estão organizadas conforme as interações entre os fatores que apresentaram efeitos significativos.

### 5.3.2.1 Porcentagem de enraizamento e de miniestacas com calos

A interação tripla entre os fatores tipo de regulador vegetal, concentrações e estações do ano não foi estatisticamente significativa para nenhuma das variáveis analisadas. Para a variável porcentagem de enraizamento, a interação dupla entre tipo de regulador vegetal e estações do ano foi estatisticamente significativa indicando que estes fatores são dependentes, com isso, o efeito do tipo de regulador vegetal utilizado depende da estação do ano, e a porcentagem de enraizamento não é influenciada pela concentração dos reguladores vegetais. Entretanto, para a variável porcentagem de miniestacas com calos, a análise de variância não indicou interação entre nenhum dos fatores analisados, somente o fator estações do ano mostrou efeito significativo sobre a variável (Tabela 19).

Tabela 19 - Análise de variância (teste F) das porcentagens de miniestacas enraizadas e com calos provenientes de minicepas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, coletadas nas quatro estações do ano (inverno, primavera, verão de 2006 e outono 2007).

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.	
		ENRAIZAMENTO	CALOS
Tipo de Regulador (A)	1	6714,048**	18,913 <sup>ns</sup>
Concentrações (B)	4	1435,766 **	8,817 <sup>ns</sup>
Interação AxB	4	754,129 <sup>ns</sup>	27,349 <sup>ns</sup>
Estações do ano (C)	3	8607,053**	51,196*
Interação AxC	3	1217,526*	20,034 <sup>ns</sup>
Interação BxC	12	329,982 <sup>ns</sup>	8,578 <sup>ns</sup>
Interação AxBxC	12	128,487 <sup>ns</sup>	23,511 <sup>ns</sup>
Erro	80	318,287	16,347
Total	119		
Coeficiente de variação (%)		33,28	207,96
Teste de Bartlett ( $\chi^2$ )		33,465 <sup>ns</sup>	25,973 <sup>ns</sup>

\* = significativo a 5%

\*\*= significativo a 1%

<sup>ns</sup> = não significativo a 5%

Numericamente o inverno foi à estação do ano que melhor induziu a formação de raízes adventícias nas miniestacas para os dois tipos de reguladores vegetais na maioria das concentrações. Somente na concentração de 2000 mgL<sup>-1</sup> de IBA, o verão apresentou a maior porcentagem de enraizamento, porém não diferiu estatisticamente do inverno. Deste modo, mesmo que a maior porcentagem de enraizamento tenha sido obtida no verão, os valores médios indicam que o inverno



foi a estação do ano mais favorável para formação de raízes adventícias (Tabela 20).

Não houve diferença significativa entre a estação com temperatura mais fria (inverno) e a com temperatura mais elevada (verão), indicando que o enraizamento ocorre em uma grande amplitude de temperaturas. Esta constatação discorda dos resultados obtidos XAVIER *et al.* (2003a), para a espécie *Cedrela fissilis* que sob temperaturas mais baixas, apresentou menor porcentagem de enraizamento. Os mesmos autores relatam que provavelmente a baixa temperatura proporcionou condições fisiológicas menos favoráveis ao processo de desenvolvimento e crescimento das brotações e, conseqüentemente, as miniestacas obtidas responderam negativamente ao enraizamento.

Tabela 20 - Médias das porcentagens de miniestacas enraizadas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, para as concentrações de 0, 2000, 4000, 6000 e 8000 mgL<sup>-1</sup>, provenientes de minicepas coletadas nas quatro estações do ano (inverno, primavera, verão de 2006 e outono 2007).

Concentração de 0 mgL <sup>-1</sup>			
Estações do ano	Regulador vegetal		Médias
	IBA	NAA	
Primavera	38,09 A b	35,72 A b	36,91
Verão	78,57 A a	76,19 A a	77,38
Outono	47,22 A ab	55,56 A ab	51,9
Inverno	80,56 A a	80,56 A a	80,56
Médias	61,11	62,01	
Concentração de 2000 mgL <sup>-1</sup>			
Estações do ano	Regulador vegetal		Médias
	IBA	NAA	
Primavera	38,09 A b	23,81 A b	30,95
Verão	85,71 A a	50,00 B ab	67,86
Outono	69,45 A ab	66,66 A a	68,06
Inverno	80,56 A a	72,22 A a	76,39
Médias	68,45	53,17	
Concentração de 4000 mgL <sup>-1</sup>			
Estações do ano	Regulador vegetal		Médias
	IBA	NAA	
Primavera	45,24 A a	21,43 A b	33,33
Verão	71,43 A a	40,48 A ab	55,95
Outono	63,89 A a	61,11 A a	62,50
Inverno	66,67 A a	61,11 A a	63,89
Médias	61,81	46,03	
Concentração de 6000 mgL <sup>-1</sup>			
Estações do ano	Regulador vegetal		Médias
	IBA	NAA	
Primavera	28,57 A b	30,95 A a	29,76
Verão	66,67 A ab	30,95 B a	48,81
Outono	47,22 A ab	41,67 A a	44,45
Inverno	75,00 A a	58,34 A a	66,67
Médias	54,37	40,48	
Concentração de 8000 mgL <sup>-1</sup>			
Estações do ano	Regulador vegetal		Médias
	IBA	NAA	
Primavera	26,19 A b	9,52 A a	17,86
Verão	73,81 A a	11,91 B a	42,86
Outono	63,89 A ab	47,22 A a	55,56
Inverno	75,00 A a	47,22 A a	61,11
Médias	59,72	28,97	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal e da mesma letra minúscula na vertical não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação ao tipo de regulador vegetal, a tabela de médias (Tabela 20) indica que somente houve diferença estatística na estação do verão, nas concentrações de 2000, 6000 e 8000 mgL<sup>-1</sup>, onde o IBA mostrou-se superior nesses casos. Mesmo não havendo diferença significativa entre o IBA e NAA nas demais estações do ano e concentrações, numericamente observa-se que quando se aplica qualquer concentração dos reguladores, e em todas as estações, o IBA apresenta valores maiores de enraizamento em relação ao NAA.

As maiores porcentagens de enraizamento foram observadas para o NAA na concentração de 0 mgL<sup>-1</sup>, com 80,56% de miniestacas enraizadas no inverno, não diferindo estatisticamente da mesma concentração de IBA, e para o IBA, na concentração de 2000 mgL<sup>-1</sup>, com 85,71% de miniestacas enraizadas no verão, o qual diferiu estatisticamente mesma concentração de NAA (Tabela 20).

Mesmo a análise de variância não indicando efeito significativo entre as concentrações dos reguladores vegetais, a utilização do tratamento 0 mgL<sup>-1</sup> (testemunha), para ambos os reguladores vegetais, se mostrou uma opção viável, já que ambos apresentaram no inverno 80,56% de miniestacas enraizadas (Anexo 5-C, D). Desta forma, considerando as condições experimentais e a juvenilidade das miniestacas utilizadas, tem-se a indicação de que a espécie *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax apresenta aptidão natural ao enraizamento de miniestacas, não justificando a aplicação de reguladores vegetais para a indução de raízes adventícias.

A juvenilidade do material vegetativo foi suficiente para induzir a formação de raízes adventícias, concordando com HARTMANN *et al.* (2002) que declararam que a juvenilidade do material utilizado reúne condições favoráveis ao enraizamento.

XAVIER *et al.* (2003b), obtiveram cerca de 100% de miniestacas caulinares enraizadas sem a aplicação de nenhum regulador vegetal para a espécie *Cedrela fissilis*, ratificando assim os resultados apresentados no presente trabalho.

WENDLING *et al.* (2005), estudando a produção de mudas de *Erythrina falcata* por miniestaquia com utilização de propágulos juvenis oriundos de mudas produzidas por semente, relatam que para o enraizamento das miniestacas, não é necessário o uso de reguladores vegetais.

Entretanto, BORGES JÚNIOR e MARTINS-CORDER (2002), trabalhando com estacas provenientes de mudas de *Acacia mearnsii*, obtiveram resposta

superior de enraizamento quando utilizado tratamento com 2000 mgL<sup>-1</sup> de IBA, relatando também que altas concentrações do regulador inibiram a formação de raízes adventícias.

Na Tabela 20 observa-se numericamente que a porcentagem de enraizamento diminui com o aumento da concentração das auxinas. A aplicação exógena de auxinas pode ser fitotóxica aos ramos juvenis, os quais contêm altas concentrações de IAA endógeno, justificando deste modo o decréscimo pelas concentrações mais altas de auxinas (BEZERRA *et al.*, 1992).

Para a variável miniestacas com calos, a análise de variância (Tabela 19) indicou que somente o fator estações do ano mostrou efeito significativo sobre a variável, porém o teste de Tukey não mostrou diferença entre as médias (Tabela 21), isso ocorre devido o teste apresentar maior rigidez com relação a outros testes de comparação de médias.

Assim, estatisticamente nenhum dos fatores analisados apresentaram efeito significativo para esta variável, porém numericamente a maior porcentagem de miniestacas com calos foi observada na primavera na concentração de 0 mgL<sup>-1</sup> de IBA (9,53%) e no outono na concentração de 4000 mgL<sup>-1</sup> de NAA (8,33%) (Tabela 21).

Tabela 21 - Médias das porcentagens de miniestacas com calos de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, para os reguladores vegetais IBA e NAA, provenientes de minicepas coletadas nas quatro estações do ano (inverno, primavera, verão de 2006 e outono 2007).

Estações do ano	Concentrações de IBA (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
Primavera	9,53	0,00	4,76	4,76	0,00	3,81 a
Verão	0,00	4,76	2,38	7,14	2,38	3,33 a
Outono	2,78	2,78	0,00	5,56	0,00	2,22 a
Inverno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 a
Médias	3,08	1,88	1,79	4,37	0,60	
Estações do ano	Concentrações de NAA (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
Primavera	0,00	0,00	0,00	2,38	4,76	1,43 a
Verão	2,38	0,00	2,38	0,00	2,38	1,43 a
Outono	0,00	2,78	8,33	2,78	2,78	3,33 a
Inverno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 a
Médias	0,60	0,69	2,68	1,29	2,48	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

No geral, a porcentagem de miniestacas com calos foi baixa, devido provavelmente a alta porcentagem de enraizamento, indicando assim que o período no leito de enraizamento foi suficiente para a indução e formação do sistema radicial. Uma alta taxa de miniestacas com calo, indicaria que as mesmas necessitariam de um maior tempo no leito de enraizamento, uma vez que os calos podem vir a se diferenciarem em raízes adventícias.

O período no leito de enraizamento varia de acordo com a espécie estudada não havendo um período ótimo comum. OLIVEIRA *et al.* (2001) trabalhando com espécies nativas de mata de galeria, encontraram uma variação de 2 a 4 meses para a formação do sistema radicial. Para algumas espécies o período necessário no leito de enraizamento é inferior ou equivalente a 30 dias (CUNHA *et al.*, 2003; WENDLING *et al.*, 2005).

#### 5.3.2.2 Número e comprimento das raízes formadas

A interação tripla entre os fatores tipo de regulador vegetal, concentrações e estações do ano foi estatisticamente significativa para a variável número de raízes formadas por miniestaca, indicando que a resposta desta variável é influenciada por todos os fatores, os quais são dependentes. Assim, as médias estão apresentadas e analisadas por estações do ano, tipo de regulador vegetal e por concentrações dos reguladores. Para a variável comprimento médio das três maiores raízes formadas por miniestaca, não houve interação significativa entre nenhum dos fatores, somente as estações do ano apresentaram efeito significativo sobre a variável (Tabela 22).

Tabela 22 - Análise de variância (teste F) para número de raízes e comprimento médio das três maiores raízes formadas por miniestaca (cm) provenientes de minicepas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, coletadas nas quatro estações do ano (inverno, primavera, verão de 2006 e outono 2007).

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.	
		NÚMERO	COMPRIMENTO
Tipo de Regulador (A)	1	2,091 <sup>ns</sup>	2,075 <sup>ns</sup>
Concentrações (B)	4	1,060 <sup>ns</sup>	0,434 <sup>ns</sup>
Interação AxB	4	1,454 <sup>ns</sup>	1,871 <sup>ns</sup>
Estações do ano (C)	3	34,082**	54,863**
Interação AxC	3	1,192 <sup>ns</sup>	0,356 <sup>ns</sup>
Interação BxC	12	1,278 <sup>ns</sup>	0,283 <sup>ns</sup>
Interação AxBxC	12	2,054*	0,355 <sup>ns</sup>
Erro	80	0,918	0,956
Total	119		
Coeficiente de variação (%)		23,57	34,41
Teste de Bartlett ( $\chi^2$ )		51,545 <sup>ns</sup>	49,327 <sup>ns</sup>

\* = significativo a 5%

\*\*= significativo a 1%

<sup>ns</sup> = não significativo a 5%

Levando em consideração todos os fatores analisados, o valor de 6,38 raízes formadas por miniestaca, foi obtido utilizando o regulador vegetal NAA na concentração de 6000 mgL<sup>-1</sup> no inverno, onde o NAA mostrou-se estatisticamente superior ao IBA (Tabela 23, 24) e o inverno, para esta concentração, apresentou diferença significativa somente com a primavera e verão (Tabela 24, 25) e as concentrações de NAA não apresentaram diferenças significativas (Tabela 23, 25). Deste modo, para a variável número de raízes formadas por miniestaca, não se recomenda a utilização de NAA, devido a ausência de diferença significativa entre as concentrações, e que as estações mais frias (outono e inverno) apresentam melhores condições para a coleta das miniestacas para esta variável (Tabela 23, 24, 25). Como se pode observar no anexo 5-C,D as raízes formadas estão distribuídas em toda a base da miniestaca.

Autores relatam que a aplicação de reguladores vegetais não são necessárias para a indução do sistema radicial em miniestacas oriundas de brotações de mudas produzidas por semente (CUNHA *et al.*, 2003; XAVIER *et al.*, 2003b; WENDLING *et al.*, 2005), concordando com os resultados obtidos para *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax.

Tabela 23 - Médias do número de raízes formadas por miniestaca de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, para as estações do ano primavera, verão, outono e inverno, provenientes de minicepas coletadas nas quatro estações do ano (inverno, primavera, verão de 2006 e outono 2007).

Primavera						
Regulador vegetal	Concentrações (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
IBA	1,96 B a	2,87 AB a	3,54 AB a	4,27 A a	3,25 AB a	3,18
NAA	3,56 AB a	3,86 A a	2,87 AB a	1,88 B b	2,25 AB a	2,88
Médias	2,76	3,37	3,21	3,08	2,75	
Verão						
Regulador vegetal	Concentrações (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
IBA	2,63 A a	3,40 A a	3,15 A a	4,01 A a	4,09 A a	3,46
NAA	3,29 A a	3,59 A a	4,54 A a	3,79 A a	5,17 A a	4,08
Médias	2,96	3,50	3,85	3,90	4,63	
Outono						
Regulador vegetal	Concentrações (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
IBA	3,42 A a	3,36 A a	4,09 A a	3,67 A a	4,32 A a	3,77
NAA	3,05 B a	3,72 AB a	5,00 A a	4,72 AB a	3,70 AB a	4,04
Médias	3,24	3,54	4,55	4,20	4,01	
Inverno						
Regulador vegetal	Concentrações (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
IBA	6,06 A a	5,09 A a	4,48 A a	4,72 A b	6,27 A a	5,32
NAA	5,85 A a	6,09 A a	5,70 A a	6,38 A a	4,90 A a	5,79
Médias	5,96	5,59	5,09	5,55	5,56	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal e da mesma letra minúscula na vertical não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 24 - Médias do número de raízes formadas por miniestaca de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, para as concentrações de 0, 2000, 4000, 6000 e 8000 mgL<sup>-1</sup>, provenientes de minicepas coletadas nas quatro estações do ano (inverno, primavera, verão de 2006 e outono 2007).

Concentração de 0 mgL <sup>-1</sup>			
Estações do ano	Regulador vegetal		Médias
	IBA	NAA	
Primavera	1,96 A b	3,56 A b	2,76
Verão	2,63 A b	3,29 A b	2,96
Outono	3,42 A b	3,05 A b	3,24
Inverno	6,06 A a	5,85 A a	5,96
Médias	3,52	3,94	
Concentração de 2000 mgL <sup>-1</sup>			
Estações do ano	Regulador vegetal		Médias
	IBA	NAA	
Primavera	2,87 A b	3,86 A b	3,37
Verão	3,40 A ab	3,59 A b	3,50
Outono	3,36 A ab	3,72 A b	3,54
Inverno	5,09 A a	6,09 A a	5,59
Médias	3,68	4,31	
Concentração de 4000 mgL <sup>-1</sup>			
Estações do ano	Regulador vegetal		Médias
	IBA	NAA	
Primavera	3,54 A a	2,87 A b	3,21
Verão	3,15 A a	4,54 A ab	3,85
Outono	4,09 A a	5,00 A a	4,55
Inverno	4,48 A a	5,70 A a	5,09
Médias	3,82	4,53	
Concentração de 6000 mgL <sup>-1</sup>			
Estações do ano	Regulador vegetal		Médias
	IBA	NAA	
Primavera	4,27 A a	1,88 B c	3,08
Verão	4,01 A a	3,79 A b	3,90
Outono	3,67 A a	4,72 A ab	4,20
Inverno	4,72 B a	6,38 A a	5,55
Médias	4,17	4,19	
Concentração de 8000 mgL <sup>-1</sup>			
Estações do ano	Regulador vegetal		Médias
	IBA	NAA	
Primavera	3,25 A b	2,25 A b	2,75
Verão	4,09 A b	5,17 A a	4,63
Outono	4,32 A b	3,70 A ab	4,01
Inverno	6,27 A a	4,90 A a	5,56
Médias	4,48	4,01	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal e da mesma letra minúscula na vertical não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.



Tabela 25 - Médias do número de raízes formadas por miniestaca de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, para os reguladores vegetais IBA e NAA, provenientes de brotações rejuvenescidas coletadas nas quatro estações do ano (inverno, primavera, verão de 2006 e outono 2007).

Estações do ano	Concentrações de IBA (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
Primavera	1,96 B b	2,87 AB b	3,54 AB a	4,27 A a	3,25 AB b	3,18
Verão	2,63 A b	3,40 A ab	3,15 A a	4,01 A a	4,09 A b	3,46
Outono	3,42 A b	3,36 A ab	4,09 A a	3,67 A a	4,32 A b	3,77
Inverno	6,06 A a	5,09 A a	4,48 A a	4,72 A a	6,27 A a	5,32
Médias	3,52	3,68	3,82	4,17	4,48	

Estações do ano	Concentrações de NAA (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
Primavera	3,56 AB b	3,86 A b	2,87 AB b	1,88 B c	2,25 AB b	2,88
Verão	3,29 A b	3,59 A b	4,54 A ab	3,79 A b	5,17 A a	4,08
Outono	3,05 B b	3,72 AB b	5,00 A a	4,72 AB ab	3,70 AB ab	4,04
Inverno	5,85 A a	6,09 A a	5,70 A a	6,38 A a	4,90 A a	5,79
Médias	3,94	4,31	4,53	4,19	4,01	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal e da mesma letra minúscula na vertical não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Para a o comprimento médio das três maiores raízes por miniestaca, o inverno mostrou-se estatisticamente superior, apresentando 4,59 cm para o IBA e 4,53 cm para o NAA (Tabela 26). FERRIANI (2006), trabalhando com miniestacas de *Piptocarpha angustifolia*, obteve 5,3 cm para o comprimento médio das três maiores raízes no inverno.

Além da porcentagem de enraizamento, o número e comprimento de raízes formadas pelas estacas foram as variáveis mais relevantes na produção de mudas (ANTUNES *et al.*, 1996). Uma melhor resposta para estas variáveis indica que as mudas posteriormente formadas possuirão um melhor desenvolvimento, uma vez que mudas com melhor sistema radicial terão maiores chances de sobrevivência quando transplantadas para vaso ou campo (REIS *et al.*, 2000).

Embora o emprego do regulador vegetal seja amplamente difundido para estimular o enraizamento, aumentando a quantidade e uniformidade das raízes adventícias, pôde-se constatar neste experimento, que o material juvenil apresenta potencial endógeno de estimular a indução e desenvolvimento de raízes, conforme descrito por HARTMANN *et al.* (2002).

Tabela 26 - Médias do comprimento médio das três maiores raízes por miniestaca (cm) de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, para os reguladores vegetais IBA e NAA, provenientes de minicepas coletadas nas quatro estações do ano (inverno, primavera, verão de 2006 e outono 2007).

Estações do ano	Concentrações de IBA (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
Primavera	2,13	1,72	2,12	2,62	2,00	2,12 c
Verão	3,40	3,26	3,86	3,98	3,14	3,53 b
Outono	0,84	1,93	2,02	2,16	1,32	1,66 c
Inverno	4,10	4,76	4,93	4,66	4,49	4,59 a
Médias	2,26	2,92	3,23	3,35	2,74	
Estações do ano	Concentrações de NAA (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
Primavera	1,73	2,93	1,38	1,44	2,09	1,92 c
Verão	3,24	3,16	2,51	2,84	3,05	2,96 b
Outono	1,56	1,72	1,91	1,00	0,96	1,43 c
Inverno	4,82	4,83	4,26	4,21	4,56	4,53 a
Médias	2,84	3,16	2,51	2,37	2,67	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

#### 5.3.2.3 Porcentagem de miniestacas vivas e mortas

A interação tripla entre os fatores tipo de regulador vegetal, concentrações e estações do ano não foi estatisticamente significativa para nenhuma das variáveis analisadas. Para a variável porcentagem de sobrevivência de miniestacas, a análise de variância não indicou interação entre nenhum dos fatores analisados, somente o fator estações do ano mostrou efeito significativo sobre a variável. Já para a variável porcentagem de mortalidade, a interação dupla entre tipo de regulador vegetal e estações do ano foi estatisticamente significativa indicando que estes fatores são dependentes, com isso, o efeito do tipo de regulador vegetal utilizado, depende da estação do ano (Tabela 27).

Tabela 27 - Análise de variância (teste F) das porcentagens de miniestacas vivas e mortas provenientes de minicepas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, coletadas nas quatro estações do ano (inverno, primavera, verão de 2006 e outono 2007).

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.	
		VIVAS	MORTAS
Tipo de Regulador (A)	1	99,937 <sup>ns</sup>	9270,989**
Concentrações (B)	4	106,242 <sup>ns</sup>	2042,574**
Interação AxB	4	28,745 <sup>ns</sup>	684,135 <sup>ns</sup>
Estações do ano (C)	3	890,674**	7534,732**
Interação AxC	3	65,569 <sup>ns</sup>	1394,559**
Interação BxC	12	89,174 <sup>ns</sup>	141,166 <sup>ns</sup>
Interação AxBxC	12	40,462 <sup>ns</sup>	162,878 <sup>ns</sup>
Erro	80		
Total	119		
Coeficiente de variação (%)		137,60	47,36
Teste de Bartlett ( $\chi^2$ )		41,528 <sup>ns</sup>	42,446 <sup>ns</sup>

\* = significativo a 5%

\*\*= significativo a 1%

<sup>ns</sup> = não significativo a 5%

As maiores porcentagens de miniestacas vivas foram obtidas no outono para os dois tipos de reguladores vegetais, apresentando 12,78%, porém somente apresentou diferença significativa com as demais estações do ano quando se utilizou o regulador NAA, enquanto com a utilização de IBA houve diferença significativa com o verão e inverno (Tabela 28). Não houve diferença estatística entre as concentrações das auxinas na sobrevivência das miniestacas, esse resultado também foi obtido por FERRIANI (2006), trabalhando com miniestacas de *Piptocarpha angustifolia*.

Tabela 28 - Médias das porcentagens de miniestacas vivas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, para os reguladores vegetais IBA e NAA, provenientes de minicepas coletadas nas quatro estações do ano (inverno, primavera, verão de 2006 e outono 2007).

Estações do ano	Concentrações de IBA (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
Primavera	7,14	19,05	4,76	7,14	7,14	9,05 ab
Verão	2,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48 c
Outono	19,44	11,11	13,89	13,89	5,56	12,78 a
Inverno	5,56	0,00	5,56	0,00	2,78	2,78 bc
Médias	8,63	7,54	6,05	5,26	3,87	
Estações do ano	Concentrações de NAA (mgL <sup>-1</sup> )					Médias
	0	2000	4000	6000	8000	
Primavera	4,76	0,00	7,14	2,38	0,00	2,86 b
Verão	0,00	0,00	0,00	0,00	2,38	0,48 b
Outono	27,78	8,33	8,33	16,67	2,78	12,78 a
Inverno	2,78	0,00	2,78	0,00	2,78	1,67 b
Médias	8,83	2,08	4,56	4,76	1,98	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Numericamente, o NAA apresentou maiores valores médios para a porcentagem de estacas mortas do que o IBA, onde em algumas concentrações e estações do ano houve diferença significativa entre os reguladores vegetais. A maior porcentagem de miniestacas mortas, numericamente, (85,72%) foi observada na estação da primavera na concentração de 8000 mgL<sup>-1</sup> NAA (Tabela 29).

TABELA 29 - Médias das porcentagens de miniestacas mortas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, para as concentrações de 0, 2000, 4000, 6000 e 8000 mgL<sup>-1</sup>, provenientes de minicepas coletadas nas quatro estações do ano (inverno, primavera, verão de 2006 e outono 2007).

Concentração de 0 mgL <sup>-1</sup>			
Estações do ano	Regulador vegetal		Médias
	IBA	NAA	
Primavera	45,24 A a	59,52 A a	52,38
Verão	19,05 A a	21,43 A ab	20,24
Outono	30,56 A a	16,67 A b	23,61
Inverno	13,89 A a	16,66 A b	15,28
Médias	27,18	28,57	
Concentração de 2000 mgL <sup>-1</sup>			
Estações do ano	Regulador vegetal		Médias
	IBA	NAA	
Primavera	42,86 A a	76,19 A a	59,52
Verão	9,52 B a	50,00 A ab	29,76
Outono	16,67 A a	22,22 A b	19,45
Inverno	19,44 A a	27,78 A b	23,61
Médias	22,12	44,05	
Concentração de 4000 mgL <sup>-1</sup>			
Estações do ano	Regulador vegetal		Médias
	IBA	NAA	
Primavera	45,24 A a	71,43 A a	58,33
Verão	26,19 B a	57,14 A ab	41,67
Outono	22,22 A a	22,22 A b	22,22
Inverno	27,78 A a	36,11 A ab	31,95
Médias	30,36	46,73	
Concentração de 6000 mgL <sup>-1</sup>			
Estações do ano	Regulador vegetal		Médias
	IBA	NAA	
Primavera	59,52 A a	64,29 A a	61,90
Verão	26,19 B a	69,05 A a	47,62
Outono	33,33 B a	38,89 A a	36,11
Inverno	25,00 B a	41,66 A a	33,33
Médias	36,01	53,47	
Concentração de 8000 mgL <sup>-1</sup>			
Estações do ano	Regulador vegetal		Médias
	IBA	NAA	
Primavera	66,67 A a	85,72 A a	76,19
Verão	23,81 B b	83,33 A a	53,57
Outono	30,56 B ab	47,22 A a	38,89
Inverno	22,22 B b	50,00 A a	36,11
Médias	35,81	66,57	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal e da mesma letra minúscula na vertical não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Para a porcentagem de miniestacas mortas, numericamente, pode-se observar que está aumentando quando as concentrações dos reguladores vegetais são elevadas. Além disso, a porcentagem média de enraizamento diminui quando aumentam as concentrações de auxinas, sugerindo possível efeito fitotóxico dos reguladores vegetais, conforme resultados obtidos por NACHTIGAL *et al.* (1994) para estaquia de *Pisidium cattleyanum*. BEZERRA *et al.* (1992) também relatam que a aplicação exógena de auxinas pode ser fitotóxica aos ramos juvenis, os quais contêm altas concentrações de IAA endógeno, justificando deste modo o decréscimo do enraizamento e o aumento da mortalidade pelas concentrações mais altas de auxinas.

## 5.4 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi desenvolvido o experimento foi possível concluir que a miniestaquia realizada nas quatro estações do ano é viável para a formação de raízes adventícias de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, dispensando a utilização de ácido indol butírico e ácido naftaleno acético, sendo a estação do inverno mais favorável para o enraizamento. A espécie possui potencial quanto à regeneração vegetativa das minicepas, permitindo coletas sucessivas de brotações juvenis.

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, J. A. S.; HOFFMANN, A.; RAMOS, J. D.; CHALFUN, N. N. J.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. F. Efeito do método de aplicação e de concentrações do ácido indol butírico no enraizamento de estacas semilenhosas de *Pyrus calleryana*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 18, n. 3, p. 371-376, 1996.
- BEZERRA, J. E. F et al. Enraizamento de estacas herbáceas de acerola com ácido indol-butírico e ácido alfa-naftaleno acético a baixas concentrações em duas épocas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.14, n.1, p.1-6, 1992.
- BIASI, L. A. Emprego do estiolamento na propagação de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 309-315, 1996.
- BORGES JÚNIOR, N.; MARTINS-CORDER, M. P. Efeito do ácido indol butírico no enraizamento de estacas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 223-227, 2002.
- CUNHA, A. C. M. C. da; WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. Influência da presença ou ausência de folhas no enraizamento de miniestacas de corticeira-do-mato (*Erythrina falcata* Benth) obtidas em sistema hidropônico. **Comunicado técnico**, Colombo, n.89, p. 1-5, 2003.
- FERRIANI, A. P. **Estaquia de vassourão-branco (*Piptocarpha angustifolia* Dusén) com uso de ácido indol butírico**. 99f. Dissertação (Mestrado em Agronomia- Produção Vegetal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- FERREIRA, B. G. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; CARPANEZZI, A. A.; TAVARES, F. R.; BOEGER, M. R. T.; KOEHLER, H. S. Enraizamento de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. pela aplicação de ácido indol butírico e ácido bórico. **Leandra**, Rio de Janeiro, n. 16, p. 11-16, 2001b.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIS JÚNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant Propagation: principles and practices**. 7 ed. New York: Englewood Clippis, 2002.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992.
- MESÉM, F. **Enraizamiento de estacas juveniles de espécies forestales: uso de propagadores de sub-irrigación**. Turrialba: CATIE, 1997.
- NACHTIGAL, C. M; HOFFMANN, A.; KLUGE, R. A.; FACHINELLO, J. C.; MAZZINI, A. R. A. Enraizamento de estacas semi-lenhosas de araçazeiro (*Pisidium cattleyanum* Sabine) com o uso do ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 16, n. 1, p. 229-235, 1994
- OLIVEIRA, M. C. de; RIBEIRO, J. F.; RIOS, M. N. da; REZENDE, M. E. Enraizamento de estacas para a produção de mudas de espécies nativas de mata de galeria. **Recomendação Técnica**, Brasília, n. 41, p. 1-4, 2001.



PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1993.

PALAZZO JUNIOR, J. T.; BOTH, M. C. **Flora ornamental brasileira**: um guia para o paisagismo ecológico. Porto Alegre: Sagra, 1993.

PIMENTA, A. C.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; OLIVEIRA, B. H.; CARPANEZZI, A. A.; KOEHLER, H. S. Interações entre reguladores vegetais, épocas do ano e tipo de substrato no enraizamento de estacas caulinares de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 50, p.53-67, jan./jun., 2005.

REIS, J. M. R.; CHALFUN, N. N. J.; LIMA, L. C. O.; LIMA, L. C. Efeito do estiolamento e do ácido indol butírico no enraizamento de estacas do porta-enxerto *Pyrus calleryana* Dcne. **Ciência Agrotécologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p.931-938, 2000.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: \_\_\_\_\_; LEITÃO FILHO, H.F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2000. p. 235-246.

SANCHOTENE, M. C. C. **Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana**. Porto Alegre, FEPLAM, 1985.

SANTARELLI, E. G. Produção de mudas de espécies nativas para florestas ciliares In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H.F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2000. p. 313-317.

WENDLING I.; FERRARI, M. P.; DUTRA, L. F. Produção de mudas de corticeira-do-banhado por miniestaquia a partir de propágulos juvenis. **Comunicado técnico**, Colombo, n.130, p. 1-5, 2005.

XAVIER, A.; SANTOS, G. A.; WENDLING, I.; OLIVEIRA, M. L. Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 27, n. 2, p. 139-143, 2003a.

XAVIER, A.; SANTOS, G. A.; OLIVEIRA, M. L. Enraizamento de miniestaca caular e foliar na propagação vegetativa de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n.3, p.351-356, 2003b.

## 6 CAPÍTULO IV: ANÁLISE DE SEMENTES DE *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax

### RESUMO

*Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. (Euphorbiaceae), conhecida popularmente como leiteiro, é característica das Florestas Estacionais, Florestas Ombrófilas Densas e Mistas, sendo uma árvore nativa potencialmente recomendada para a recuperação de ecossistemas degradados, devido principalmente à sua rusticidade e ornitocoria intensa, além de apresentar excelentes características ornamentais que possibilitam empregá-la na arborização e no paisagismo em geral. Entretanto, apresenta pouca produção de sementes e baixa taxa de germinação e, quando em ambiente adverso, as sementes perdem rapidamente a viabilidade. Devido a poucas informações sobre o processo germinativo das sementes do leiteiro, a presente pesquisa teve por objetivo reunir informações iniciais sobre a germinação de suas sementes e quebra de dormência, além das características físicas destas. As sementes foram coletadas na Região Metropolitana de Curitiba- PR, as quais foram submetidas a experimentos visando determinar a pureza, peso de 1000 sementes, número de sementes por kg, grau de umidade e biomassa seca; além da instalação de testes exploratórios de germinação. O lote de sementes apresentou pureza de 96,83%, sendo as impurezas, compostas principalmente por restos de frutos, o peso de mil sementes foi de 63,8g e o número de sementes por quilo foi de 15.673 sementes, apresentando 15,23% de umidade e peso de matéria seca de 54,08 g em 1000 sementes. Com os resultados dos testes de germinação pode-se concluir que as sementes de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax possuem dormência, e que os tratamentos utilizando hipoclorito 2% e ácido sulfúrico P.A. não foram eficientes para a sua superação. A remoção do arilo das sementes diminuiu a contaminação fúngica, onde o tratamento com hipoclorito 2% por 10 minutos apresentou a menor quantidade de sementes com fungos.

Palavras-chave: leiteiro, espécie nativa, germinação, dormência, arilo.

## 6 CHAPTER IV: SEED ANALYSIS OF *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax

### ABSTRACT

*Sapium glandulatum* (Vell.) Pax (Euphorbiaceae), known as leiteiro, is found in different plant formations, is one of native species potentially recommended for recovery of degraded areas due mainly to its aptitude for seed dispersal by birds, rustic character and can be used for ornamentation. However, the seed production is poor and the percentage of seed germination is low. Because there is few information on seed germination of *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, the present work aimed to identify some data of seed germination and physical characteristics. The seeds were collected in Metropolitan Region of Curitiba - PR, and experiments had been conducted to determine the pureness, weight of 1000 seeds, number of seeds by Kg, degree of humidity, dry biomass and germination rate. The results showed pureness of 96.83% (impurity composed mainly for remaining portions of fruits), weight of 1000 seeds of 63.8 g, 15,673 seeds/Kg, 15.23% of humidity and 54.08 g of dry biomass. The germination tests showed that the seeds of *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax have dormancy, and the treatments with 2% of hypochlorite and sulfuric acid had not efficiency to break it. To reduce fungi contamination, the removal of the seed aril showed as good option, and the lowest contamination was obtained with use of hypochlorite 2% for 10 minutes.

**Key-words:** leiteiro, Brazilian native specie, germination, dormancy, aril.

## 6.1 INTRODUÇÃO

A ação humana relacionada à urbanização, agricultura, industrialização e outras atividades impactam os ecossistemas naturais levando a um crescente aumento no total de áreas degradadas e, conseqüentemente, paisagens fragmentadas com baixa conectividade entre os remanescentes, biodiversidade reduzida e risco de extinção local de espécies (KAGEYAMA; GANDARA, 2003), gerando assim, uma crescente necessidade de recuperação de áreas degradadas.

A recuperação de áreas degradadas pode ser considerada como um conjunto de ações idealizadas e executadas por especialistas das mais diferentes áreas do conhecimento que visam proporcionar o restabelecimento de condições de equilíbrio e sustentabilidade existentes anteriormente em um sistema natural. O envolvimento direto e indireto de técnicos de diferentes especializações se faz necessário (DIAS; GRIFFITH, 1998).

Umas das ações potencialmente importantes no processo de recuperação de áreas degradadas é a produção de mudas, para isso se faz necessário o estudo de métodos adequados em análise de sementes visando adquirir informações que expressem a qualidade fisiológica das sementes de espécies utilizadas nesse processo (ABREU, 2002).

A espécie *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. (Euphorbiaceae), conhecida popularmente como leiteiro, é encontrada desde o Rio Grande do Sul até o Sul de Minas Gerais, sendo característica das Florestas Estacionais, Florestas Ombrófilas e outros biomas (SANCHOTENE, 1985; LORENZI, 1992). Destaca-se como espécie potencial na recuperação de ecossistemas degradados, em virtude das poucas exigências culturais e à ornicotomia intensa (SANCHOTENE, 1985), apresentando excelentes características ornamentais que possibilitam empregá-la na arborização e no paisagismo em geral. Entretanto, a produção e a taxa de germinação das sementes é extremamente baixa e, quando em ambiente adverso, perdem rapidamente a viabilidade (SANCHOTENE, 1985).

Outros autores relatam que a espécie *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax pode ser considerada como colonizadora, ou seja, espécies que no campo avançam sobre novos terrenos, na maioria das vezes, áreas degradadas, apresentando, principalmente quanto ao fator compactação do terreno, características distintas e adaptadas a esse tipo de situação. A especificidade dessas espécies resulta em um

seleto e restrito grupo, variando de região para região. Portanto, em um projeto de recuperação de áreas degradadas, as espécies indicadas para esse papel, como é o caso de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, deveriam ser priorizadas quanto a esse potencial silvicultural (SANTARELLI, 1996).

Diante do interesse em empregar essa espécie em programas de recuperação de áreas degradadas, é necessário buscar mais informações visando estabelecer condições adequadas para a germinação de sementes de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax além das características físicas de suas sementes, sendo que poucas são as informações nesta área citadas na literatura.

Apesar do aumento considerável no desenvolvimento de técnicas para permitir a expressão de melhorar o potencial germinativo das sementes, realizadas por meio de pesquisas nas últimas décadas, a maioria das espécies florestais nativas necessita de informações silviculturais, principalmente às relacionadas com as condições apropriadas para que suas sementes germinem. Tendo em vista estes aspectos, pesquisas que gerem conhecimentos técnicos de espécies nativas são fundamentais, contribuindo assim, para uma padronização na determinação da capacidade germinativa e dos testes de vigor aplicáveis às sementes.

Neste sentido e considerando as poucas informações sobre o processo germinativo de sementes de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, a presente pesquisa teve por objetivo reunir informações iniciais sobre a germinação de sementes e quebra de dormência, além das características físicas como pureza, peso de 1000 sementes, número de sementes por kg, grau de umidade e biomassa seca.

## 6.2 MATERIAL E MÉTODOS

A coleta de frutos de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax foi realizada na região metropolitana de Curitiba, a qual, pelo Sistema Internacional de Köppen, apresenta clima do tipo Cfb, subtropical úmido, sem estação seca (1410 mm de chuva por ano), com temperatura média anual de 16,5°C e inverno rigoroso. As coletas foram realizadas no início do ano de 2007, em 6 plantas matrizes adultas, onde os frutos coletados foram armazenados em lotes separados por matriz, sendo posteriormente beneficiados para a obtenção das sementes.

Em seguida, as sementes foram levadas ao Laboratório de Sementes Florestais do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal do Paraná, onde foram realizadas as análises. Primeiramente, foi executado um teste preliminar de viabilidade, utilizado freqüentemente no laboratório, que consiste em martelar algumas sementes para verificar a presença de embrião nas mesmas. Após o teste foi verificado que sementes provenientes de 2 matrizes apresentavam grande quantidade de sementes sem a presença de embrião, as quais foram descartadas.

Posteriormente, as sementes provenientes das 4 matrizes viáveis foram misturadas compondo assim um único lote, o qual passou por processo de homogeneização, com a finalidade de obter amostras mais representativas do lote. As análises de sementes foram baseadas na Regra de Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 1992).

Em seguida, ocorreu a separação das amostras de trabalho, que foram utilizadas nos seguintes experimentos:

- Análise de pureza;
- Determinação do peso de 1000 sementes e número de sementes por kg;
- Grau de umidade e biomassa seca;
- Germinação;
- Quebra de dormência.

### 6.2.1 Análise de pureza

Para a análise de pureza foi retirada uma amostra de trabalho de 70 g, onde as sementes foram divididas em puras, material inerte e outras sementes.

Após a divisão das sementes da amostra, procedeu-se a pesagem do material inerte e das sementes puras. Como a amostra utilizada possuía peso superior a 25 gramas, não houve a necessidade de cálculo de erro, como é recomendado para amostras com peso inferior a 25 g (BRASIL, 1992).

#### 6.2.2 Determinação do peso de 1000 e número de sementes por kg

Para a determinação do peso de 1000 sementes foram contadas, ao acaso, da porção de sementes puras provenientes da análise de pureza, oito amostras ou repetições de 100 sementes cada. Em seguida, pesaram-se cada uma destas amostras, onde foram calculados a variância, desvio padrão e o coeficiente de variação destes valores. Posteriormente à determinação do peso de 1000 sementes foi determinado o número de sementes por Kilograma.

#### 6.2.3 Grau de umidade e biomassa seca

Para a determinação do grau de umidade, foram utilizadas três sub-amostras retiradas das sementes puras. Primeiramente foi pesada uma quantidade de sementes de 3 g, posteriormente foi contado o número de sementes da amostra; as demais amostras foram obtidas contando a mesma quantidade de sementes. As sementes foram distribuídas uniformemente em um recipiente com tampa, sendo estes anteriormente pesados. Posteriormente, os recipientes foram colocados em estufa a  $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  para então serem pesados após 24 horas.

Para a obtenção da biomassa seca de 1000 sementes e para porcentagem do grau de umidade foram utilizadas as seguintes fórmulas:

- Biomassa seca =  $\text{PS} - \left( \text{PS} \times \frac{\text{GU}}{100} \right)$

onde:

PS: peso de 1000 sementes

GU: grau de umidade

- % umidade =  $\frac{(\text{P}-\text{p}) \times 100}{(\text{P}-\text{t})}$

onde:

P: peso do recipiente com tampa, mais semente úmida

p: peso do recipiente com tampa, mais semente seca

t: tara, peso do recipiente com tampa

#### 6.2.4 Testes exploratórios de germinação e quebra de dormência

Como são poucas as informações sobre a germinação de sementes de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, além de não existir qualquer informação sobre uma possível dormência, os testes visaram investigar a existência de dormência nas sementes. Primeiramente, foram testados tratamentos comumente utilizados para a quebra de dormência, descritos a seguir, sendo utilizadas 2 repetições com 50 sementes por tratamento (Anexo 6-A):

- T1 Testemunha;
- T2 Hipoclorito 2% por 5 minutos;
- T3 Ácido sulfúrico 98% P.A. por 5 minutos.

As sementes utilizadas para este teste apresentavam vestígios de arilo, o qual permaneceu nas sementes mesmo após beneficiamento.

A testemunha consistiu em colocar diretamente as sementes no recipiente utilizado para a germinação, sem passar antecipadamente por processo de embebição ou qualquer outro tipo de tratamento. Os tratamentos com hipoclorito e ácido sulfúrico, consistiram em manter as sementes imersas durante 5 minutos, e lavadas em água corrente por 5 minutos. Posteriormente, as sementes foram acondicionadas por repetições em caixas plásticas, contendo 25 gramas de vermiculita de granulometria média como substrato (Anexo 6-C, D). Ao substrato foram acrescidos 75 ml de água destilada. Esse volume foi calculado anteriormente levando em consideração a saturação do substrato. As caixas plásticas foram acondicionados em germinador Mangelsdorf com temperatura constante de 25°C na presença de luz branca (Anexo 6-E).

Após 14 dias da instalação do primeiro teste, novos tratamentos foram realizados, pois foi observada grande infestação das sementes por fungos. Esse fato provavelmente ocorreu devido à presença de vestígios de arilo, o qual propicia um



ambiente adequado para a proliferação de fungos. Assim, para este teste, as sementes passaram por um pré-tratamento onde foram lavadas com detergente e areia, visando a retirada do restante de arilo presente nas sementes, objetivando minimizar a incidência de fungos no decorrer do teste.

Foram utilizadas 2 repetições com 50 sementes cada, sendo utilizados os tratamentos no primeiro teste, além de novos tratamentos, descritos a seguir (Anexo 6-B):

- T1 Testemunha;
- T2 Hipoclorito 2% por 5 minutos;
- T3 Hipoclorito 2% por 10 minutos;
- T4 Ácido sulfúrico 98% P.A. por 5 minutos;
- T5 Ácido sulfúrico 98% P.A. por 10 minutos;
- T6 Hipoclorito 2% por 5 minutos + Ácido sulfúrico 98%P.A. por 5 minutos.

Os procedimentos para a aplicação dos tratamentos, substrato e recipientes seguiram a mesma seqüência dos realizados no primeiro teste de germinação.

A avaliação da germinação foi realizada duas vezes por semana. Os testes de germinação foram encerrados quando se observou que as sementes não germinavam mais ou estavam em estado de deterioração, ou ainda apresentavam grande quantidade de colônias fúngicas. Assim, as sementes foram separadas em germinadas (que apresentaram emissão de radícula, com no mínimo 2 mm), intactas (não germinadas e sem deterioração) e com presença de colônias fúngicas.

Por se tratarem de testes de germinação e dormência exploratórios realizados com 2 repetições por tratamento, não foi realizada análise estatística.

### 6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 6.4 Caracterização do lote de sementes de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax

A análise resultou em 96,83% de pureza, sendo as impurezas (material inerte) compostas principalmente por restos de frutos. O peso de mil sementes foi de 63,8 g e o número de sementes por quilo foi de 15.673 sementes, com coeficiente de variação de 2,02%. O coeficiente de variação abaixo de 6%, o qual é recomendado pelas RAS (BRASIL, 1992), indica que os resultados demonstram alta precisão. LORENZI (1992) indica que um quilo de sementes de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax contém aproximadamente 18.200 sementes. Estes valores podem sofrer alterações conforme o grau de umidade, fatores genéticos e ambientais. O grau de umidade obtido foi de 15,23%, e o peso de matéria seca foi de 54,08 g em 1000 sementes, não havendo referência na literatura.

#### 6.5 Testes exploratórios de germinação e quebra de dormência

Após 5 dias da instalação do primeiro teste, foi possível observar a incidência de fungos na maioria das sementes e em todos os tratamentos, isso se deve provavelmente ao fato que as sementes utilizadas apresentavam vestígios de arilo, o qual propicia um ambiente adequado para a proliferação de fungos. Mesmo com a alta contaminação por fungos, até o final do teste as sementes não apresentavam deterioração, permanecendo intactas, porém não apresentando germinação em nenhum dos tratamentos utilizados.

FERREIRA *et al.* (2005) relatam que a remoção do arilo foi benéfica ao processo germinativo de *Passiflora alata* Curtis, promovendo os maiores valores, o que confirma a remoção de substâncias inibidoras da germinação juntamente com a extração do arilo, além de evitar o aparecimento de fungos, que comprometem o processo germinativo. A remoção de arilo das sementes elimina possíveis patógenos superficiais (MELLETTI; MAIA, 1999).

Trabalhando com maracujá-amarelo, utilizando fermentação para a remoção de arilo das sementes, CARDOSO *et al.* (2001), concluíram que a remoção dos arilos promoveu um maior vigor das sementes e emergência de plântulas em menor

tempo, comparado com sementes que possuíam arilo, e que o desenvolvimento das mudas não foi prejudicado por esse processo. LOPES *et al.* (2007), trabalhando com a mesma espécie também afirmam o efeito benéfico da remoção do arilo na germinação de sementes. Porém, MARIOT *et al.* (2005), trabalhando com espinheira-santa, relatam que a remoção do arilo não influenciou a germinação de sementes.

No segundo teste, após 90 dias, também não ocorreu germinação das sementes em nenhum dos tratamentos utilizados. Porém, com a remoção do arilo das sementes ocorreu uma menor incidência de contaminação por fungo em alguns dos tratamentos. A Tabela 30 apresenta os resultados em porcentagem de sementes intactas e com presença de fungos no final do teste de germinação. Pode-se verificar que os tratamentos que continham ácido sulfúrico, apresentaram contaminação por fungos em todas as sementes (Anexo 7-D, E, F). Esse resultado pode ter ocorrido devido à ruptura do tegumento das sementes, o qual expôs as estruturas internas ao ambiente externo. Essa condição favorece a contaminação por patógenos e a proliferação por fungos. O efeito benéfico da remoção do arilo pode ser confirmado numericamente, uma vez que a testemunha apresentou 66% de sementes intactas (sem contaminação por fungos) (Anexo 7-A), enquanto no primeiro teste a testemunha apresentou contaminação fúngica na totalidade das sementes.

Já o tratamento com hipoclorito por 10 minutos apresentou menor contaminação (Anexo 7-B, C), apresentando apenas 11% de sementes contaminadas. A ausência de germinação das sementes indica que as mesmas apresentam alguma forma de dormência, sendo que nenhum dos tratamentos utilizados foi eficaz para a sua superação.

TABELA 30 - Porcentagem de sementes intactas e com presença de fungos de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax sob temperatura constante de 25° C.

Tratamentos	Intactas (%)	Presença de fungos (%)
Testemunha	66	34
Hipoclorito/5 min.	25	75
Hipoclorito/10 min.	89	11
Ácido sulfúrico/5 min.	0	100
Ácido sulfúrico/10 min.	0	100
Hipoclorito/5 min. + Ácido sulfúrico/5 min.	0	100
Médias	30	70

Pesquisas visando investigar os processos germinativos de espécies do gênero *Sapium* foram realizadas em *Sapium sebiferum*, onde foram testados tratamentos para a superação de dormência utilizando imersão em água e em ácido sulfúrico concentrado, este sendo o mais eficiente com 70% de germinação, indicando que as sementes apresentam dormência (SIRIL; DHAR; DHYANI, 1998). Os resultados da presente pesquisa discordam dos apresentados anteriormente, onde o ácido sulfúrico não foi eficiente para a superação da dormência das sementes. O método utilizado para a superação de dormência varia dependendo da espécie utilizada, podendo apresentar diferenças mesmo dentro do mesmo gênero.

Essa diferença de tratamentos para a superação de dormência pode ser verificada em trabalhos realizados com o gênero *Croton*, onde os autores ABDO e PAULA (2006), trabalhando com *Croton floribundus*, relataram a ausência de dormência de sementes, com 90% de germinação aos 28 dias sem a utilização de tratamentos pré-germinativos. Já para a espécie *Croton urucurana*, os autores DURIGAN *et al.* (2002) relataram a necessidade de pré-tratamento das sementes em água fria por duas horas antes da semeadura, apresentando 80% de germinação.

Deste modo, devido a pouca informação sobre o processo germinativo da espécie *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax e a sua importância na recuperação de áreas degradadas, novas pesquisas devem ser realizadas visando elucidar os métodos para a superação de dormência, além de verificar as condições ótimas para a germinação das sementes tanto em laboratório como em condições de viveiro, objetivando fornecer condições para viabilizar a produção de mudas.

## 6.6 CONCLUSÕES

Nas condições em que foram desenvolvidos os experimentos, foi possível concluir que as sementes de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax possuem dormência, e que nenhum dos tratamentos utilizados foi eficiente para a sua superação. A remoção do arilo das sementes diminuiu a contaminação fúngica, onde o tratamento com hipoclorito 2% por 10 minutos apresentou a menor quantidade de sementes com fungos.

## REFERÊNCIAS

- ABDO, M. T. V. N.; PAULA, R. C. de. Temperaturas para a germinação de sementes de capixingui (*Croton floribundus* – Spreng – Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 135-140, 2006.
- ABREU, D. C. A. de. **Caracterização morfológica de frutos e sementes e germinação de *Allophylus edulis* (St. Hil.) e *Drimys brasiliensis* Miers**. 91f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, 1992.
- CARDOSO, G. D.; TAVARES, J. C.; FERREIRA, R. L. F.; CÂMARA, F. A. A.; CARMO, G. A. do. Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro-amarelo obtidas de sementes extraídas por fermentação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 639-642, dezembro 2001.
- DIAS, L. E.; GRIFFITH, J. J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas In: \_\_\_\_\_; MELLO, J. W. V. de. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, 1998. p. 1-7.
- DURIGAN, G.; FIGLIOLIA, M. B.; KAWABATA, M.; GARRIDO, M. A. O.; BAITELLO, J. B. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. 2. ed. São Paulo: Páginas & Letras, 2002.
- FERREIRA, G.; OLIVEIRA, A. de; RODRIGUES, J. D.; DIAS, G. B.; DETONI, A. M.; TESSER, S. M.; ANTUNES, A. M. Efeito de arilo na germinação de sementes de *Passiflora alata* Curtis em diferentes substratos e submetidas a tratamentos com giberelina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 277-280, agosto 2005.
- KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Avanços Tecnológicos no programa de restauração com espécies nativas. In: **Restauração Florestal: fundamentos e estudos de casos**. Curitiba: Embrapa Florestas, 2003.
- LOPES, J. C.; BONO, G. M.; ALEXANDRE, R. S.; MAIA, V. M. Germinação e vigor de plantas de maracujazeiro amarelo em diferentes estádios de maturação do fruto, arilo e substrato. **Ciência Agrotécnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1340-1346, set./out., 2007.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992.
- MARIOT, M. P.; BARBIERI, R. L.; SINIGAGLIA, C.; BENTO, L. H.; RIBEIRO, M. V. Presença do arilo na produção de mudas de *Maytenus ilicifolia*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.2, mar./abr., 2005.

MELETTI, L. M. M.; MAIA, M. L. **Maracujá**: produção e comercialização em São Paulo. Campinas: Instituto Agrônômico, 1999.

SANCHOTENE, M. C. C. **Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana**. Porto Alegre, FEPLAM, 1985.

SANTARELLI, E. G. Recuperação de mata ciliar: seleção de espécies e técnicas de implantação In: BALENSIEFER, M. **Recuperação de áreas degradadas**: III Curso de atualização UFPR. Curitiba: FUPEF, 1996. p. 101-105.

SIRIL, E. A.; DHAR, U.; DHYANI, P. P. Seed germination of Chinese tallow tree (*Sapium sebiferum*). **Forest, Farm, and Community Tree Research Reports**, Morrilton, v. 3, p. 55-58, 1998.

## 7 CONSIDERAÇÕES GERAIS

As figuras 1 e 2 apresentam os resultados comparativos entre as fontes de material vegetativo (brotações de copa, brotações provenientes da poda e de brotações oriundas de mudas) de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax nas quatro estações do ano, para as variáveis estacas enraizadas e mortas.

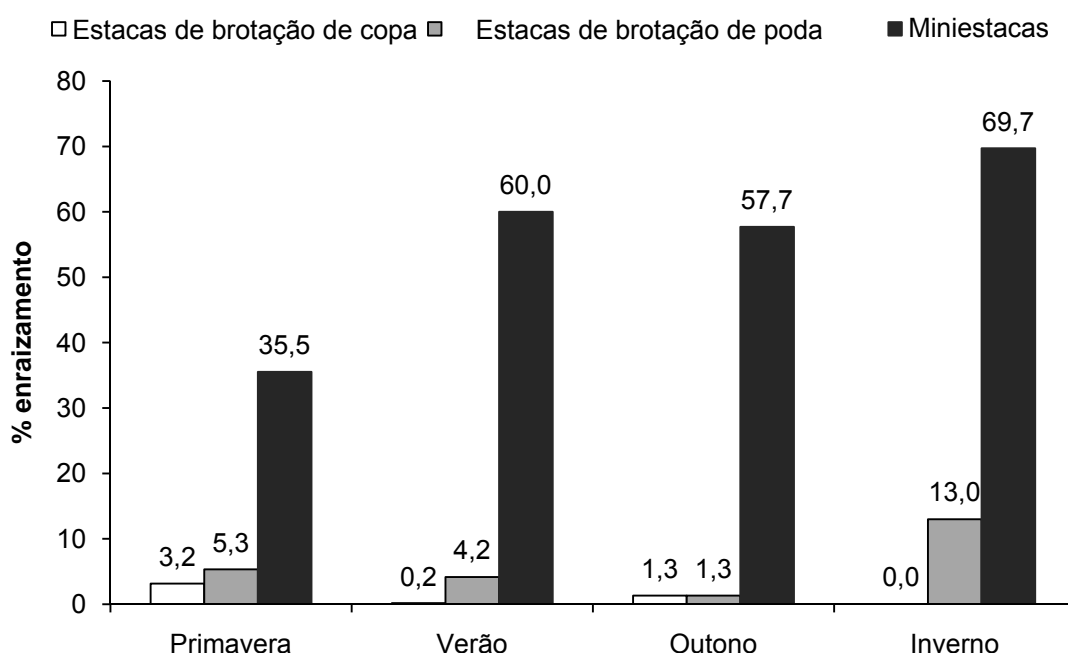


Figura 1 - Média geral da porcentagem de estacas enraizadas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, provenientes de brotação de copa (adultas), brotações provenientes da poda e mudas (miniéstacas) nas quatro estações do ano.

O baixo enraizamento de estacas provenientes de brotação de copa pode estar relacionado com a idade do material vegetativo utilizado. A perda precoce de folhas pelas estacas também pode ter contribuído para a ausência de formação de raízes e a alta mortalidade, uma vez que pode-se verificar visualmente que as estacas perderam suas folhas após cerca de 10 dias da instalação dos experimentos em todas as estações do ano. A permanência das folhas durante o período de enraizamento mantém o aparato fotossintético necessário ao metabolismo das substâncias atuantes nesse processo.



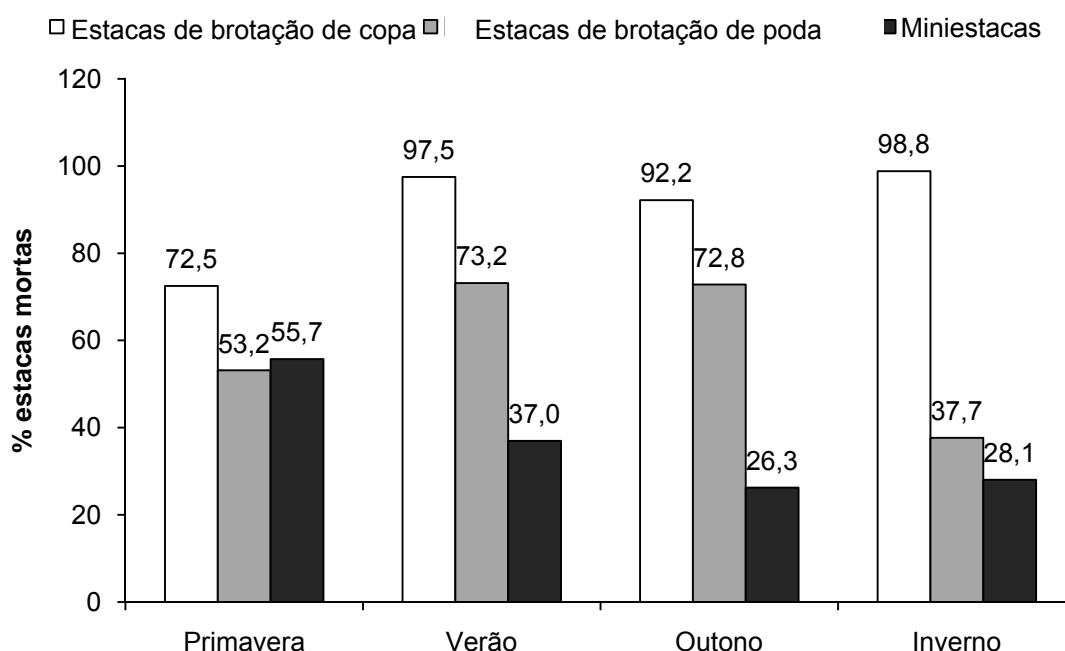


Figura 2 - Média da porcentagem de estacas mortas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, provenientes de brotação de copa (adultas), brotações provenientes da poda e mudas (miniestacas) nas quatro estações do ano.

Com a utilização de estacas de brotações provenientes da poda, pôde-se observar maiores porcentagens de estacas enraizadas e menor mortalidade, quando comparadas aos experimentos utilizando brotações de copa, porém apresentando ainda baixos índices de enraizamento em todas as estações do ano. Este tipo de material vegetativo favoreceu a manutenção das folhas nas estacas durante toda a permanência no leito de enraizamento, o que possivelmente contribuiu para a maior porcentagem de enraizamento. Novos estudos sobre diferentes alturas de poda se fazem necessários, uma vez que a literatura indica respostas diferentes de enraizamento de estacas provenientes de brotações oriundas de diferentes alturas de poda.

A maior porcentagem de enraizamento e menor mortalidade foram obtidas com a utilização da miniestaquia, assim os resultados indicam que a utilização de propágulos juvenis favorece a obtenção de material vegetativo adequado para a propagação vegetativa por estaquia da espécie, onde a miniestaquia, desenvolvida com a utilização de brotações provenientes de mudas originadas via semente apresenta resultados favoráveis para o enraizamento, dispensando a utilização de reguladores vegetais, viabilizando a utilização da técnica.

Desta forma, considerando as condições experimentais, tem-se a indicação de que a espécie *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax apresenta aptidão natural ao enraizamento de miniestacas oriundas de mudas produzidas por semente, e que a juvenilidade do material vegetativo foi suficiente para induzir a formação de raízes adventícias. O potencial de regeneração vegetativa das minicepas, em função das coletas sucessivas de miniestacas, reforça a possibilidade da adoção da miniestaquia como alternativa potencial na propagação da espécie. São necessários novos experimentos sobre nutrição das minicepas e substratos, visando aprimorar a técnica.

Os testes realizados para estudar a viabilidade da propagação sexuada apresentaram resultados iniciais que serviram de base para novos estudos, pois são poucas as informações sobre o processo germinativo de sementes de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. Mesmo não havendo germinação de sementes nas condições em que foram desenvolvidos os experimentos, a técnica de propagação sexuada não pode ser descartada, uma vez que novos estudos são necessários visando, principalmente, esclarecer o tipo de dormência presente nas semente e técnicas adequadas para sua superação.

## 8 CONCLUSÕES GERAIS

Nas condições em que foram desenvolvidos os experimentos com *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, é possível concluir que:

Estacas provenientes de brotações de copa de árvores adultas, coletadas nas quatro estações do ano, não apresentaram enraizamento, mesmo com a utilização do ácido indol butírico e ácido naftaleno acético.

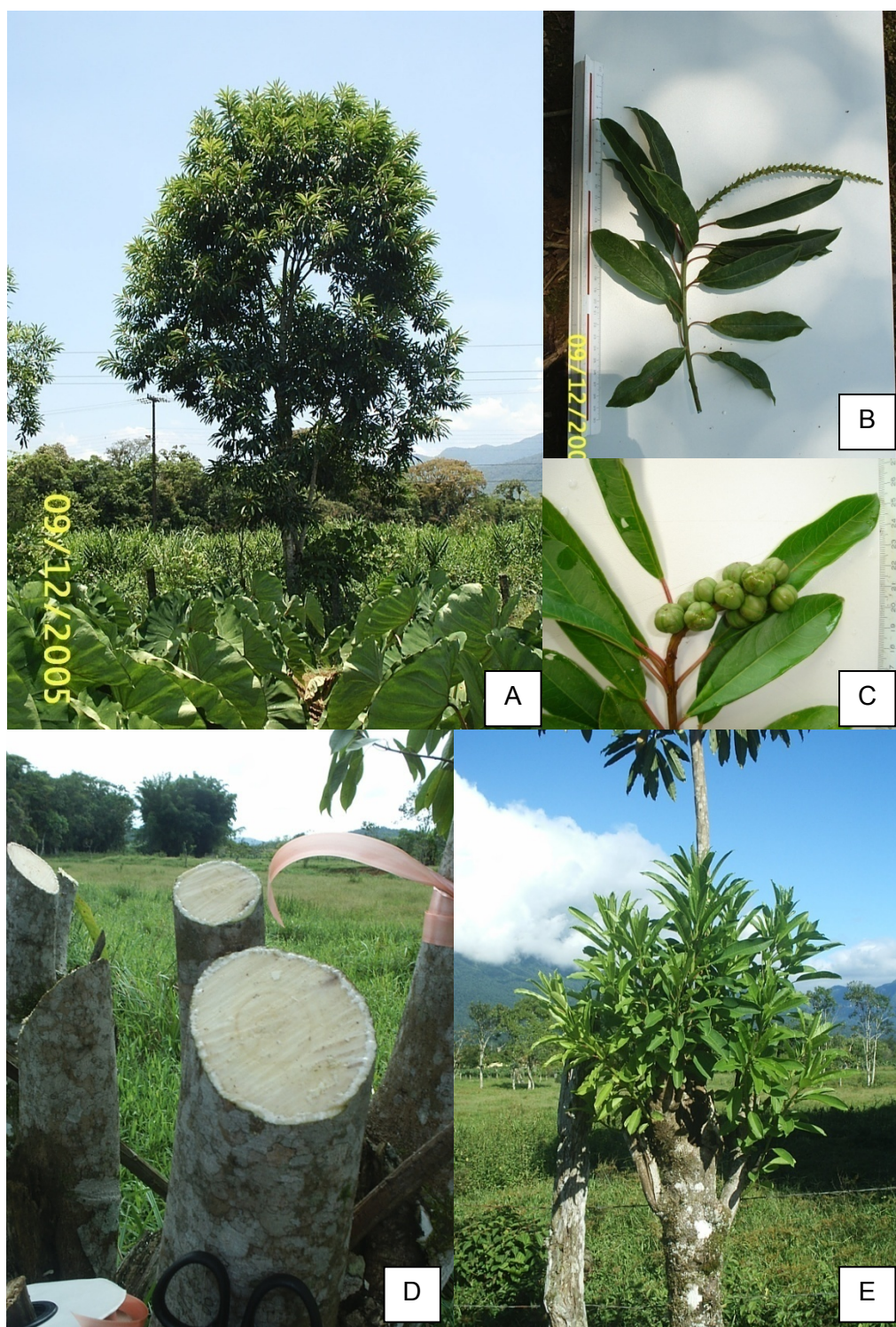
Estacas obtidas de brotações provenientes da poda, coletadas nas quatro estações do ano apresentaram pequena formação de raízes adventícias no inverno, quando submetidas a altas concentrações de ácido indol butírico e ácido naftaleno acético.

Miniestacas obtidas de minicepas produzidas por semente não necessitam da aplicação de reguladores vegetais para a indução de raízes adventícias, apresentando maior capacidade de enraizamento.

As sementes apresentam dormência, e nenhum dos tratamentos utilizados foi eficiente para a sua superação. A remoção do arilo mostrou-se eficaz para a diminuição da contaminação fúngica. Mesmo não havendo germinação de sementes nas condições em que foram desenvolvidos os experimentos, a técnica de propagação sexuada não pode ser descartada, uma vez que são testes iniciais, assim, novas pesquisas são necessárias, visando esclarecer o tipo de dormência presente nas sementes além de determinar métodos eficientes para a sua superação, com isso, aprimorar a técnica de propagação por sementes.

## **ANEXOS**

Anexo 1 - *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, Morretes – PR, 2005: (A) Planta matriz adulta; (B) Inflorescência; (C) Frutos; (D) Poda para indução de brotação; (E) brotação proveniente da poda.



Fonte: Ferreira, B. G. A., 2005/2006



Anexo 2 - *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax: (A) Coleta de material vegetativo; (B) Tratamento das estacas com reguladores vegetais; (C) Casa-de-vegetação; (D) Aplicação de tinta latex com fungicida.



Fonte: Ferreira, B. G. A., 2005/2006



Anexo 3 - Minicepas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax: (A) Mudas provenientes de sementes para a condução como minicepas; (B) Transplântio para recipientes maiores; (C) Poda do meristema apical para a indução de brotações; (D) Minicepa com brotações.



Fonte: Ferreira, B. G. A., 2005/2006



Anexo 4 - Miniestaquia de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax: (A) Minicepas; (B) Coleta das brotações; (C) Miniestaca; (D) Plantio.



Fonte: Ferreira, B. G. A., 2005/2006



Anexo 5 - Estacas e miniestacas enraizadas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax: (A) Estaca enraizada de brotação de copa (primavera/2006); (B) Estaca enraizada de brotação proveniente da poda (inverno/2006); (C) Miniestaca enraizada (inverno/2006); (D) Detalhe Miniestacas enraizada.



Fonte: Ferreira, B. G. A., 2005/2006



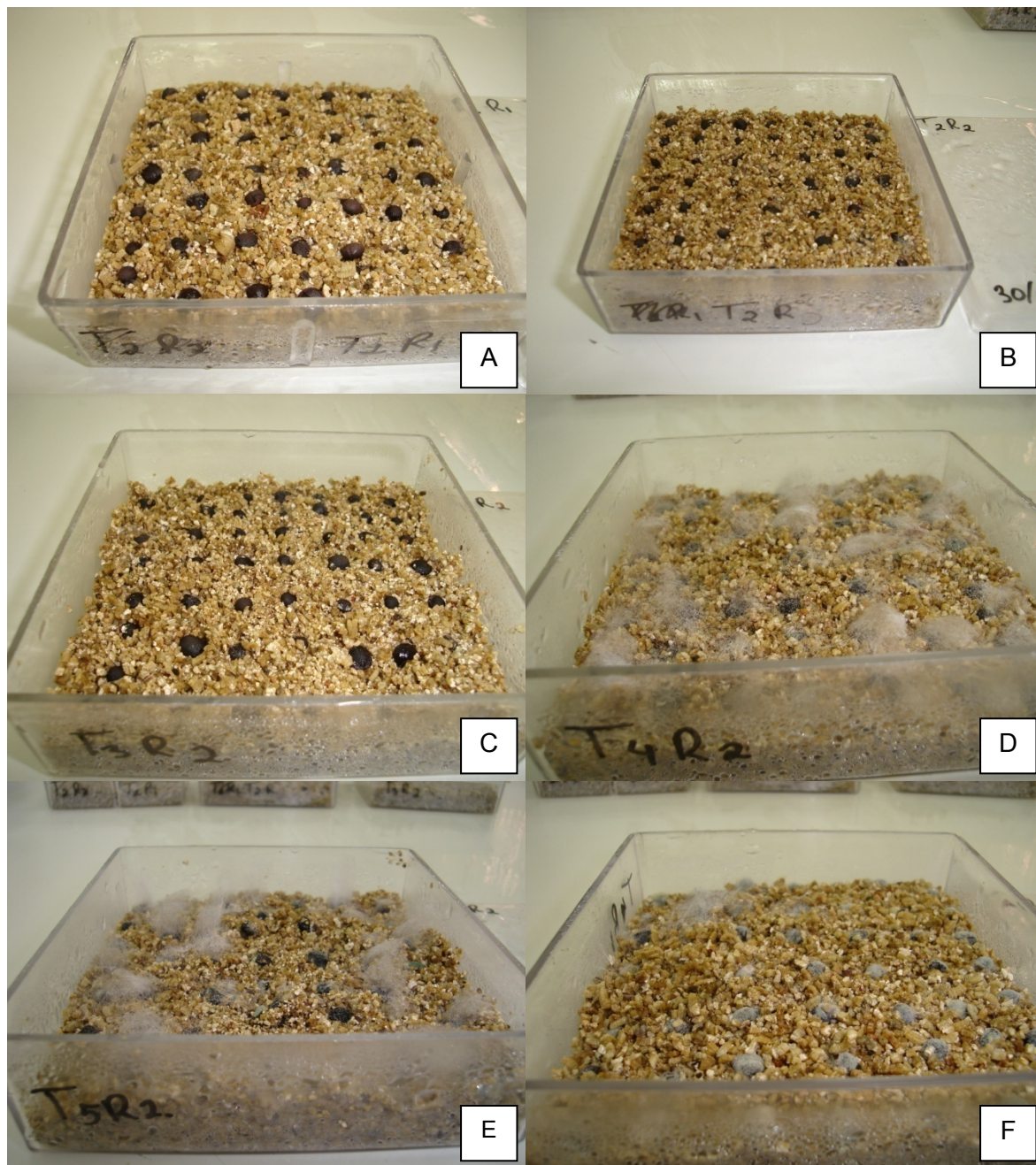
Anexo 6 - Experimentos com sementes de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax: (A) Sementes separadas por repetição; (B) Tratamento para a quebra de dormência; (C) Pesagem de vermiculita utilizada como substrato; (D) Sementes acomodadas em gerbox; (E) Germinador.



Fonte: Ferreira, B. G. A., 2007



Anexo 7 - Testes exploratórios de germinação de sementes de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax após 90 dias da instalação: (A) Testemunha; (B) Hipoclorito/5min; (C) Hipoclorito/10min; (D) Ácido Sulfúrico/5min; (E) Ácido Sulfúrico/10min; (F) Hipoclorito/5 min + Ácido sulfúrico/5 min.



Fonte: Ferreira, B. G. A., 2007

Anexo 8 - Precipitação mensal, temperaturas médias, média das mínimas e média das máximas no período de abril de 2006 a fevereiro de 2007, registradas pela estação meteorológica de Antonina e fornecidas pelo SIMEPAR, 2007.

Mês/Ano	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)		
		Média	Média das Mínimas	Média das Máximas
Abril/2006	64,2	21,6	21,0	22,2
Maio/2006	42,6	17,5	16,9	18,0
Junho/2006	33,4	18,0	17,6	18,5
Julho/2006	38,4	18,0	17,5	18,6
Agosto/2006	77,6	17,6	17,1	18,2
Setembro/2006	185,0	17,6	17,1	17,9
Outubro/2006	135,2	20,5	20,1	20,9
Novembro/2006	407,6	21,7	21,4	22,2
Dezembro/2006	314,0	24,2	23,7	24,6
Janeiro/2007	400,4	24,5	24,0	24,9
Fevereiro/2007	443,8	24,6	24,2	25,1

Fonte: SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná), 2007

Anexo 9 - Precipitações e temperaturas médias mensais no período de abril de 2006 a fevereiro de 2007, registradas pela estação meteorológica de Antonina e fornecidas pelo SIMEPAR, 2007.

